

---

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
КІРОВОГРАДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА

# НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Випуск 1

Серія:  
*ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ  
І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ*

Кіровоград –2011

ББК 22.3–Р  
Н 34  
УКД 53 (07)

**Наукові записки. – Випуск 1. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2011. – 152 с.**

**ISBN 978-966-7406-67-7**

Збірник наукових праць є результатом наукових пошуків дослідників теоретичних і методичних аспектів проблем методики навчання за фізико-математичним і технологічним напрямками освіти у середній і вищій школі.

#### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

<b>Величко С.П.</b>	– доктор педагогічних наук, професор (науковий редактор);
<b>Вовкотруб В.П.</b>	– доктор педагогічних наук, професор;
<b>Волков Ю. І.</b>	– доктор фізико-математичних наук, професор;
<b>Кушнір В. А.</b>	– доктор педагогічних наук, професор;
<b>Радул В.В.</b>	– доктор педагогічних наук, професор;
<b>Ріжняк Р. Я.</b>	– кандидат педагогічних наук, професор;
<b>Садовий М. І.</b>	– доктор педагогічних наук, професор ;
<b>Сірик Е. П.</b>	– кандидат педагогічних наук (відповідальний секретар)
<b>Царенко О. М.</b>	– кандидат технічних наук, професор;

Друкується за рішенням ученої ради  
Кіровоградського державного педагогічного  
університету імені Володимира Винниченка  
(протокол № 7 від 28 лютого 2011 р.)

Статті подано у авторській редакції

**ISBN 978-966-7406-67-7**

© Кіровоградський державний педагогічний  
університет імені Володимира Винниченка

## ІСТОРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПРОФЕСІЙНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТИ

Микола АНІСІМОВ

*У статті розглянуто історичні особливості розвитку професійної системи освіти.*

*The historical features of development of the professional system of education are considered in the article.*

### **Актуальність проблеми.**

Проблема кадрів і їх підготовка для різних галузей народного господарства завжди була і залишається одним з головних завдань системи освіти. Підготовка підростаючого покоління до праці проводилася на всіх етапах розвитку суспільства, бо воно не могло б існувати і розвиватися, якби досвід попередніх поколінь не передавався поколінням, які йшли їм на зміну.

Історія розвитку суспільства – це історія розвитку виробництва, способів виробництва, які змінювалися упродовж століть, де головним і безпосереднім виконавцем була людина та її трудова діяльність. Кожна суспільна формація в своєму розвитку визначає і створює свої джерела поповнення робочої сили і пред'являє свої вимоги до підготовки робочих кадрів. На кожному відрізку історії це здійснювалося різними способами.

Початок систематичної підготовки кваліфікованих робітників можна спостерігати уже в період ремісничого виробництва. Розподіл праці в цей період досяг певного рівня, коли почала створюватися спеціалізація при продажі і виготовленні продукції (шевське, кравецьке ремесло, ковальська справа та ін.).

У країнах західної Європи ремісники створювали свої цехи. Статути цих цехів забезпечували привілей для майстрів і захищали їх від

конкуренції з боку молоді. Навчання у таких майстрів було досить довгим (до 10...15 років). Воно полягало в тому, що учні впродовж багатьох років просто копіювали прийоми роботи своїх вчителів.

В Росії також було широко розвинене учнівство. Ремісниче виробництво на Русі за своєю технікою перевершувало західноєвропейське, але цехової організації практично не було. Взаємини між ремісником і учнем визначалися спеціальними договорами, які реєструвалися у відповідних наказах.

Перехідним етапом від ремісництва до машинної індустрії стала мануфактура. Це привело до значного розподілу праці і вужчої спеціалізації робітника.

Надзвичайний зліт прогресивних ідей про трудове виховання і професійну підготовку дітей і молоді був відмічений у західній Європі в епоху відродження в XIV...XVI ст. Привертає увагу той факт, що для розвитку ремесла лише однієї ремісничої підготовки недостатньо. Вже тоді стало очевидним, що необхідна ще загальна освіта, тобто створення загальноосвітніх шкіл.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** У працях видатних мислителів того часу (Томас Мор, Т. Кампанелла, Я. А. Коменський, Д. Локк, Ж. Ж. Руссо, І. Р. Песталоцці, В. Петті, Д. Беллерс, Ж. Кондерсьє, А. Лавуазьє, Л. Лепелеттьє, Ш. Фур'є, Р. Оуен та ін.) досить чітко простежуються ідеї поєднання навчання з продуктивною працею.

Необхідно відзначити, що в різні періоди часу зміни державних

формацій приводили до потреб вирішення проблем у професійній підготовці робітників. Вже на початку XVIII ст. у всіх країнах світу почав істотно відчуватися брак професійних робітників.

Узагальнюючи сказане, потрібно відзначити, що професійно-технічна освіта (ПТО) як окрема освітня система, зіграла значну роль в розвитку кожної держави. Тому необхідно розглядати систему ПТО як окрему галузь педагогіки, яка з одного боку спирається на соціально-економічні і політичні закономірності розвитку суспільства, а з іншого боку - повинна враховувати історичні особливості всієї освіти в цілому.

Сьогодні система ПТО вже складає невід'ємну частину всієї освітньої системи навчання і є однією з ланок безперервної системи освіти, вона є проміжною ланкою освіти між середньою і вищою школою.

**Основна частина.** Розглядаючи історію розвитку системи ПТО, багато авторів схиляються до того, що її можна поділити на два великі періоди. Перший етап – до 1917 року, який нами був названий умовно «**дореволюційний**», другий, – після 1917 року, який нами був названий умовно «**післяреволюційний**». У кожному з цих етапів були певні періоди, які фіксували той або інший історичний відрізок розвитку професійної системи освіти.

В історії професійно-технічної освіти багато авторів в дореволюційному етапі виділяють три періоди. **Перший період** (початок XVIII ст. – до середини XIX ст.). Це був період визрівання у феодальній системі країни капіталістичних стосунків, що привело до розвитку економіки, зростання товарообігу, поява нових підприємств. На цьому етапі йшло становлення і створення перших професійних навчальних закладів.

**Другий період** (з середини XIX ст. – до 90-х рр. XIX ст.). Цей період характерний тим, що країна швидко розвивалася у капіталістичному напрямку; відбувається заміна примусової праці вільнонайманою; з'являються нові галузі господарства. При цьому не лише збільшується кількість робітників, але найголовніше змінюється характер праці. Це привело до того, що виникла необхідність підготовки робітників у спеціальних навчальних закладах, що призвело до спеціалізації професійних шкіл. У цей період з'явилися нові галузеві училища: залізничні, річкові, сільськогосподарські та ін. Проте і в цей період була відсутня система професійної освіти, навчальні заклади були різнотипними, вони розвивалися за індивідуальними статутами. Державні органи не здійснювали керівництва цими навчальними закладами.

**Третій період** (з 90-х рр. XIX ст. до 1917 р.). На цьому етапі в Росії різко зросли масштаби виробництва, які вплинули на розвиток професійної освіти. Уряд Росії в 1888 р. затвердив «Основные положения о промышленных училищах». Були розроблені статuti навчальних закладів, навчальні плани і програми. Це була одна з перших спроб держави розробити документацію і створити мережу державних професійних навчальних закладів. Починаючи з цього часу, професійно-технічні навчальні заклади (ПТНЗ) поступово переходять до підготовки фахівців для фабрик і заводів, великих землеробських господарств і транспорту, формуються загальні підходи до організації ПТО, починається розробка теоретичних питань і методики професійної освіти, пишуться спеціальні підручники, починається підготовка викладачів для системи ПТО.



З 1917 р. в історії профтехосвіти бере початок новий період її розвитку.

**Перший період** розвитку системи проходив з 1917 р. по 1940 р. Це був час докорінної перебудови старої ремісничої школи, пошуку нових організаційних форм підготовки. У цьому періоді можна виділити три історично і логічно завершені етапи.

Період з 1917 р. по 1920 р. характерний тим, що йшла ліквідація капіталістичної системи учнівства, перебудова старої ремісничої школи, і здійснювався пошук нових форм підготовки кваліфікованої робочої сили, відбувалася централізація керівництва управлінням системою професійно-технічної освіти, а також було покладено початок перетворення підготовки робітників на принципах нової педагогіки.

У період з 1921 р. по 1933 р. здійснювалося реформування державної системи ПТО і перетворення школи фабрично-заводських училищ (ФЗУ) в основну форму підготовки кваліфікованої робочої сили з числа молоді. Цей етап характерний тим, що розвиток профтехшколи здійснювався як школи професійно-технічного типу, як особливого роду загальноосвітньої школи – джерела неповного середнього і, частково, середньої освіти, підвищення освітнього і культурно-технічного рівня робітників. Ці роки характерні тим, що йшов інтенсивний розвиток теорії і методики професійно-технічної освіти. У цей період почали створюватися наукові і методичні центри професійної системи освіти.

У 1933...1940 рр. йшов розвиток професійно-технічної школи з яскраво вираженою професійною спрямованістю, масового і широкого розвитку різних форм технічного навчання на виробництві. Для цього періоду були характерні поглиблення децентралізації керівництва навчальними закладами і

послаблення організаційно-методичного керівництва, яке привело до поступового відставання підготовки кваліфікованих робітників в школах ФЗУ від потреб народного господарства, що особливо виявилось в роки третьої п'ятирічки. Як наслідок сталося послаблення зв'язків між загальною і професійною освітою. А це вимагало перебудови всієї системи профтехосвіти.

**Другий період** (1940...1959 рр.) – період створення і розвитку державних трудових резервів як єдиної централізованої системи підготовки і розподілу кваліфікованих робітників з числа молоді. Тут можна виділити два етапи.

На цьому етапі (1940...1959 рр.) йшло формування шкіл і училищ трудових резервів в передвоєнні роки і їх розвиток в роки Великої Вітчизняної війни. Особливістю цих років було перетворення шкіл ФЗУ, ремісничих і залізничних училищ в найважливіше джерело підготовки і поповнення заводів і фабрик кваліфікованими робітниками, які замінили дорослих робітників, що пішли на fronti Великої Вітчизняної війни. Навчальні заклади трудових резервів у ці роки виконували дуже важливе завдання – захист підростаючого покоління: держава забезпечувала учнів навчанням, одягом, харчуванням, і одночасно з цим вони проходили практику на робочих місцях своїх батьків на заводах і фабриках.

З 1945 р. по 1958 р. почався подальший розвиток системи державних трудових резервів. Особливістю цього етапу було – вдосконалення і спеціалізація навчальних закладів трудових резервів, поступове зближення і зміцнення зв'язків між системами загальної і професійної освіти в умовах здійснення загальної семирічної освіти. В той же

час стала очевидною необхідність глибших зв'язків і спадкоємності між загальноосвітньою і професійною школами, що знайшло своє віддзеркалення у відповідному законі країни. Значне місце в ці роки було відведене розробці і впровадженню різних методик виробничого навчання.

**Третій період (1959...1980 рр.)** проходив під егідою перебудови і вдосконалення системи ПТО. Цей період характерний тим, що відповідно до вимог розвитку суспільства і НТР підвищується роль навчальних закладів профтехосвіти не лише в підготовці висококваліфікованих робітників, але й здійснення загальної середньої освіти.

Цей період можна поділити на два етапи.

З 1959 р. по 1965 р. відбувалася перебудова системи трудових резервів. Замість чисельних типів навчальних закладів були створені два типи закладів профтехшколи – міські і сільські професійно-технічні училища і переведення їх на базу шкіл з періодом навчання 8 років.

1966...1980 рр. – на цьому етапі здійснювалася цільова довготривала програма підготовки кваліфікованих робочих кадрів. У цей період було проведено досить широке перетворення професійно-технічних навчальних закладів в профтехучилища, які давали разом з професійною підготовкою і загальну середню освіту. Це був принципово новий крок в справі професійної підготовки майбутніх робітників. Це зрештою давало можливість тим, що вчиться в таких училищах, після їх закінчення поступати у вищі навчальні заклади. Цей етап характерний також значним збільшенням контингенту навчальних закладів, розширенням числа фахівців для різних галузей народного господарства, поліпшенням якості

навчання і виховання майбутніх робітників.

Однією з характерних рис даного періоду є: по-перше, широкий розвиток науково-дослідної і методичної роботи з підготовки кваліфікованих робітників, по-друге, приплив у професійні навчальні заклади фахівців-викладачів нової формації, викладачів, які мали не лише спеціальну освіту (наприклад – інженер-механік, інженер-електрик та ін.), але й педагогічну.

**Четвертий період (1981...1991 рр.)** – характерний новими, як політичними, так і соціально-економічними змінами в соціальному устрою Радянського Союзу.

З 1981 р. по 1991 р. йшла апробація нової моделі професійної системи освіти (середніх професійно-технічних закладів) та їх коригування, як в плані їх побудови, так і в аспекті варіювання технологіями процесу навчання. На Україні створення середніх професійно-технічних навчальних закладів почалося в 1973 році. Апробація нових освітніх моделей (програмоване, модульне навчання, метод опорних конспектів і ін.) у навчальному процесі.

Необхідно відзначити, що разом з позитивними тенденціями в справі соціально-економічного перебудови суспільства з'явилося і багато негативного, що відчутно. Це дуже сильно вплинуло на систему освіти і, особливо на професійну систему. Централізація державного і суспільного життя в країні захопила і сферу освіти, що виразилося зокрема, в уніфікації її вмісту, інколи приймалися і недостатньо продумані рішення, наслідки яких не були спрогнозовані на науковій основі.

**Висновки.** Наші комплексні дослідження і дослідження інших учених (Ю.К. Бабанського, С.Я. Батишева,

А.П. Беляєвої, Б.С. Гершунського,  
Н.К. Дєєвої, К.Н. Катханова,  
Е.Г. Костяшкіна, Н.Г. Ничкало,  
М.І. Махмутова, Р.М. Макарова  
І.П. Подласого, М.М. Шкодін та ін.)  
дозволили скласти певну картину  
розвитку професійно-технічної системи  
освіти. Якщо систематизувати розвиток  
і ті процеси, які відбувалися в  
професійній системі, то можна  
констатувати, що накопичилася велика  
кількість недоліків і упущень в самій  
системі, які доцільно поділити на три  
групи.

*Перша група причин.* Валовий  
підхід до підготовки кадрів. У роки  
перших п'ятирічок поступальних темпів  
індустріалізації країна гостро  
потребувала робочі кадри. Фабрично-  
заводські, ремісничі училища спішно їх  
готували. У роки Великої Вітчизняної  
війни і післявоєнний період головною  
турботою держави була підготувати  
більше робочих кадрів. Питання про  
якість підготовки працівників як би  
відходив на другий план, але в той же  
час ставав все чутливішим.

З 60-х років проблема низької  
кваліфікації робочої сили ставала все  
гострішою, але практично не  
вирішувалася. Це вимагало величезних  
коштів. Проте втрати від  
невідповідності рівня кваліфікації,  
майстерності робітників зростаючим  
вимогам виробництва зрештою  
невимірно перевершили витрати, які  
були потрібні для вирішення цієї  
проблеми.

Знайти такі кошти перешкодив  
залишковий принцип фінансування  
освіти, збитковість якої відчувається і  
сьогодні. До цієї ж групи причин  
відноситься і те, що екстенсивний  
напрямок дорога розвитку привела  
господарство країни в 90 рр. до рубежу  
70...80-х років. Це був стан, коли  
поступалися однією позицією за іншою,

а розвиток економіки набував хворого  
характеру.

*Друга група причин.* Стан, який  
склався в країні, негативним чином  
позначився на підготовці кадрів, у тому  
числі і на діяльності профтехучилищ. У  
системі профтехосвіти поступово  
накопичувався, набираючи силу,  
механізм гальмування. Орієнтація  
економіки на екстенсивний розвиток,  
повільне впровадження нової техніки і  
технологій, відхід від демократичних  
позицій в управлінні виробництвом, з  
одного боку, і серйозними недоліками в  
трудоному вихованні молоді – з іншою,  
стали головними причинами падіння  
престижності праці у сфері  
матеріального виробництва: багато  
молодих робітників не виконують план,  
допускають брак, порушують трудову і  
технічну дисципліну тощо.

Все це негативно відбилося на  
престижі робочих професій і, як  
наслідок – на престижі профтехучилищ,  
що сформулювало недоліки в самій  
системі ПТО, і як наслідок загальної  
атмосфери в країні.

*Третя група причин* пов'язана з  
положенням профтехосвіти як ланки  
народної освіти. Школа, у тому числі і  
професійно-технічна в цей період дуже  
серйозно відстала від життя. Основний  
документ реформи школи був  
прийнятий в 1984 році. В ході  
проведення реформи діяльність  
навчальних закладів орієнтувалася на  
задоволення потреб трудовими  
ресурсами. Профтехшкола була  
націлена на екстенсивні підходи до  
виконання своєї соціальної ролі.

Все це прийшло в протиріччя з  
екстенсивним розвитком шкільної  
реформи. Окрім цього реформою не  
була задана програма глибокої  
демократизації системи освіти. Вона не  
була підкріплена розробкою шляхів  
залучення всього суспільства до  
процесів перебудови школи. В

основних напрямках реформи загальноосвітньої школи містилися і прямі прорахунки, а саме:

- введення загальної обов'язкової середньої освіти;
- єдиний тип професійно-технічного навчального закладу – середнє;
- передача таким училищам функцій загальноосвітньої підготовки всіх учнів в обсязі середньої школи.

Соціологічні дослідження, проведені нами в проблемній лабораторії ПТО Міжнародної академії проблем людини в авіації і космонавтиці, в лабораторії інституту педагогіки і психології професійної освіти АПН України і в комісії електрорадіотехнічного виробництва відділення професійно-технічної освіти Міністерства освіти і науки України, починаючи з 1992 року, підтвердили наші припущення і визначили шляхи реформування системи ПТО. Основними з цих шляхів є:

1. Розробка нової концепції професійно-технічної освіти.
2. Розробка нових підходів до підвищення кваліфікації та атестації педагогічних кадрів.
3. Вирішення соціальних проблем у процесі навчання і перепідготовки кадрів.

У зв'язку з новою концепцією професійно-технічної освіти мають бути обґрунтовані і нові підходи до навчально-виробничої і методичної бази навчальних закладів професійної системи, а саме:

1. Перехід до спеціалізованих, а не широкого профілю професійно-технічних училищ.
2. Переоснащення навчально-матеріальної бази училищ.
3. Впровадження нових інформаційних технологій у навчальний процес.

4. Зміна традиційної схеми проходження виробничої практики.

5. Зміна спеціальностей в класифікаторі і змісту навчання за цими професіями.

6. Зменшення наповнюваності учнів в групах зі складних електрорадіотехнічних професій.

7. Проведення професійного відбору (тестового і комп'ютерного) при прийомі в училище, а також проведення періодичних атестацій на предмет професійної придатності.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Анісімов М.В. Соціально-економічні і науково-технічні проблеми сучасного стану професійної освіти. // Збірник наукових праць Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (Педагогічні науки). Випуск 90. – Кіровоград, 2010. – С. 7-10.
2. Анісімов М.В. Прогностичні підходи до моделювання навчальних планів і програм у професійній школі. // Збірник наукових праць Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (Педагогічні науки). Випуск 82. Част. 2. – Кіровоград, 2009. – С. 3-8.
3. Анисимов Н. В. Теоретические основы построения моделей электрорадиотехнических профессий в системе ПТО. – Кировоград: Издательство ГЛАУ, 2005. – 448 с.: ил.
4. Анисимов Н.В. Прогностический подход к составлению профессиональных моделей электрорадиотехнических профессий // Актуальные проблемы человека в аэрокосмических системах: Тез. докл. 1 науч.-практ. конф. 17-19 марта 1997 г. – Москва. – С. 225-226.
5. Батышев С.Я. Подготовка рабочих в средних профессионально-технических училищах. – (Педагогическая наука – реформе школы). – М.: Педагогика, 1988. – 176 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Анісімов Микола Вікторович** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри ЗТД та методики трудового навчання КДПУ ім. В.Винниченка.

*Наукові інтереси:* прогнозування змісту професійної освіти та моделювання електронних підручників.

# ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ КУЛЬКИ ТА ВИВЧЕННЯ ВІЛЬНИХ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ

**Володимир БОРОТА, Сава ОСТАПЧУК**

У статті розглянуто приклад використання лабораторної роботи з вивчення вільних механічних коливань за допомогою комп'ютера. Наводяться розрахунки параметрів нової лабораторної роботи, перспективи впровадження ПК в лабораторний практикум з фізики.

*In the article the example of the use of laboratory work is considered from the study of free mechanical vibrations by a computer. The calculations of parameters of new laboratory work, prospect of introduction are pointed the personal computer in laboratory practical work from physics.*

**Постановка проблеми.** В наш час проникнення комп'ютерів у всі сфери життя вже ні в кого не викликає здивування чи надмірного захоплення. Персональний комп'ютер стає нормою життя як звичайний електричний прилад. Однак сфери застосування комп'ютерів з часом все розширюються. Освітня галузь не стоїть осторонь, а активно шукає шляхи використання ПК, все більше орієнтується на комп'ютерні технології як джерело знань для учнів і студентів, як інструмент для створення віртуальних проектів, підготовки різного роду документацій і звітів, а також для використання як дієвий і точний інструмент з метою виконання різного роду вимірювань і математичних розрахунків.

Широке запровадження ПК у навчанні взагалі і зокрема під час вивчення курсу фізики дає змогу, з одного боку, значною мірою посилити самостійну роботу студентів, активізувати їхню пізнавально-пошукову, дослідницьку діяльність, розкрити можливості комп'ютерної

техніки для реалізації особистих можливостей кожного студента, а з іншого – сприяти подальшому вдосконаленню методики навчання та системи навчального експерименту [3].

Не залишається осторонь процесу інтеграції комп'ютерів у навчальному процесі і вищі навчальні заклади (ВНЗ). Для кафедри фізико-математичних наук Державної льотної академії України (ДЛАУ) закуплені і активно впроваджуються у навчання курсантів два комп'ютерних класи. Виконується цикл лабораторних робіт з розділів «Механіка» та «Молекулярна фізика». І хоча звичайні фізичні лабораторії ще працюють на повну потужність, прилади, які в них функціонують, відпрацювали свій ресурс і вже більше 20-30 років вимагають заміни на нове сучасне устаткування. Відтак постає проблема оновлення матеріально-технічної бази фізичного практикуму. Завдяки сучасному лабораторному обладнанню фірми «L-мікро» (м. Москва, Росія) ми маємо можливість переходити до сучасних методів навчання фізики курсантів академії із двох зазначених розділів курсу фізики.

**Мета статті.** Оскільки традиційний фізичний практикум вивірений часом і продуманий до найменших дрібниць, ми намагаємося зберегти більшу частину лабораторних робіт, переоснастивши їх на новій базовій основі. У даній статті ми пропонуємо за допомогою комп'ютерного комплексу «L-мікро» (з незначним дообладнанням) до лабораторної роботи з визначення швидкості кульки методом

балістичного маятника проводити ще одну лабораторну роботу яка присвячена вивченню вільних механічних коливань. Таким чином ми пропонуємо навчальне обладнання, що призначене для вивчення механіки, використовувати і для дослідження коливань і хвиль.

#### **Аналіз попередніх результатів.**

Лабораторна робота фізичного практикуму з вивчення вільних механічних коливань, яка пропонується до виконання у традиційному практикумі, виконується на установці з масивною станиною, на щабліній якої укріплена пружина і вимірювальна лінійка, змінні вантажі (кулька, диск, куб і циліндр), секундомір. Кінець пружини пристосований для легкої заміни вантажів [1] (див. рис. 1).

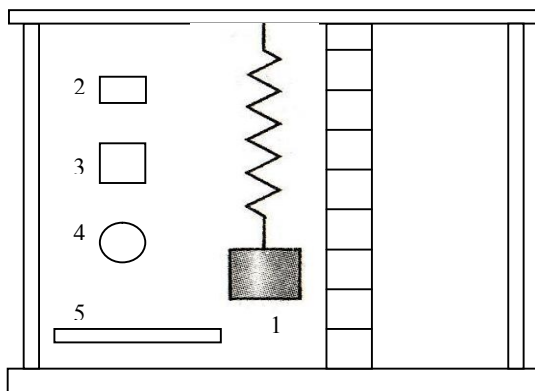


Рис. 1. Установка для вивчення вільних механічних коливань. (1, 2 – циліндри, 3 – куб, 4 – куля, 5 – диск)

У зв'язку з конструктивними особливостями установки, при виконанні експериментів, виникають наступні незручності:

- небажані коливання пружини в горизонтальній площині;
- власні крутильні коливання пружини;
- труднощі фіксації показів секундоміра (особливо стосовно одного коливання);
- візуальне вимірювання амплітуди коливань, що дає великі похибки;

– складність відліку амплітуди кожного наступного коливання;

– залишкові деформації пружини в умовах експлуатації.

Задля вирішення даних проблем ми пропонуємо використовувати у даній роботі обладнання з комп'ютерного фізпрактикуму «L-мікро».

**Виклад основного матеріалу.** Для виконання цієї роботи за допомогою ПК ми пропонуємо використовувати обладнання для лабораторної роботи «Визначення швидкості кульки методом балістичного маятника» а саме: датчик кута повороту, вимірювальний блок «L-мікро» для з'єднання датчика з ПК. Для виконання роботи потрібне таке устаткування: штатив універсальний; лінійка; тонкий стержень з різьбою на кінцях (для вкручування його у вісь датчика та легкої зміни вантажів); набір вантажів різної форми: куб, куля, диск, циліндр.

Датчик кута повороту розрахований на навантаження до 0,2 кг на вісь. Виходячи з цієї умови ми розраховували масу вантажів не більше ніж 0,2 кг.

Отже ми пропонуємо такий варіант лабораторної роботи.

**Виконання роботи. Мета:** навчитися вимірювати зміщення, період та амплітуду механічних коливань маятника; розраховувати основні характеристики затухаючого коливального руху для даної установки; виводити розрахункові формули даної роботи; вирішувати типові завдання на розрахунок характеристик коливального руху з використанням диференціальних рівнянь коливань та їх вирішення; обчислювати похибки вимірювань одержаних результатів у даній роботі.

**Устаткування:** маятник, датчик кута повороту, набір вантажів,

вимірювальний блок «L-мікро»; лінійка; штатив універсальний.

**Розрахунок параметрів фізичних тіл для нової експериментальної установки.**

Моделі фізичних маятників, що використовуються нами в даній роботі, однакової маси  $m=0,2\text{ кг}$  (маса в  $0,2\text{ кг}$  визначається критичним навантаженням на вісь датчика кута повороту) і можуть бути виготовлені з дуба щільністю  $\rho=800\text{ кг/м}^3$ .

За попередньо виконаними теоретичними розрахунками розміри моделей фізичних тіл мають бути такими: куб виготовлений з дуба зі стороною, рівною  $0,063\text{ м}$ ; куля виготовлена з дуба радіусом  $0,039\text{ м}$ ; диск виготовлений з дуба висотою  $0,01\text{ м}$  і радіусом  $0,089\text{ м}$ ; циліндр виготовлений з дуба висотою  $0,04\text{ м}$  і радіусом  $0,028\text{ м}$ .

Ми пропонуємо використати металевий стержень діаметром  $D=0,004\text{ м}$ , довжиною  $L=1\text{ м}$ , і масою  $69,8\pm 0,1\text{ г}$ , на одному кінці якого нарізано різьбу М3 для його кріплення до датчика кута повороту, а на іншому кінці – різьбу М4 для швидкої і зручної заміни фізичних тіл (циліндра, куба, кулі, диска).

Дослідним маятником є масивне тіло, закріплене таким чином, що воно може здійснювати коливання. Тіло, закріплене на спиці балістичного маятника, відхиляється експериментатором від положення рівноваги приблизно на кут в  $15^\circ$  градусів і відпускається. Після цього маятник починає здійснювати коливання.

Запропонований в даній роботі маятник влаштований таким чином (рис. 1), що у бічну поверхню фізичного тіла (5) масою  $M$  вкручена тонка спиця (1). Інший кінець спиці закріплений в муфті (2) датчика кута повороту (3). Датчик кута повороту закріплений на вертикальній стійці штатива (4) (див. рис. 2).

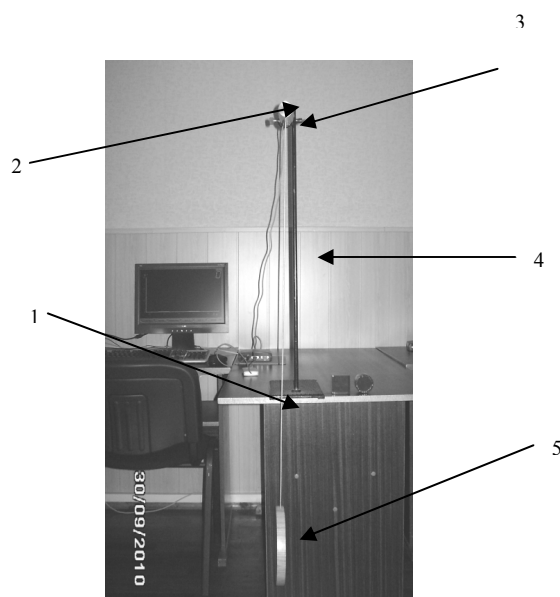


Рис. 2. Установка для проведення лабораторної роботи з вивчення вільних механічних коливань.

**Для проведення вимірювань в лабораторному дослідженні даються такі поради.**

1. Запустити програму «L-мікро» фізичного практикуму. З цієї метою слід вибрати пункт меню «**вибір роботи**» і в списку, що з'явився на екрані, вибрати лабораторну роботу з експериментальним маятником.
2. Натиснути на екранну кнопку «**проведення вимірювань**».
3. Відхилити маятник у бік на кут біля  $15^\circ$ , після чого плавно відпустити його, прибравши руку, щоб маятник міг безперешкодно рухатися до положення рівноваги.
4. Натисніть кнопку «**пуск**» в нижній частині екрана.
5. Після здійснення маятником декількох коливань натисніть кнопку «**стоп**».

Звертаємо увагу на таке застереження, що вісь симетрії фізичного тіла і руки, що визначають напрям коливання маятника, по-перше, повинна бути горизонтальною і, по-друге, знаходитися в площині коливань балістичного маятника!

**Обробка даних.** Після припинення запису коливань на екрані комп'ютера виникає графік залежності кута відхилення від часу. Вимірювання передбачають визначити кут максимального відхилення (амплітуду). Для цього, користуючись мишею, переміщують курсор (вертикальну межу на екрані) до точки графіка, і виписують чисельне значення кута, яке висвічується у верхній правій частині екрана. Щоб переконатися в тому, що втрати на тертя малі, слід також виписати і записати в таблицю величину відхилення маятника у протилежну сторону [2] (див. рис. 3). Експеримент і попередню обробку даних повторюють 5 разів. Варто стежити, щоб значення кута відхилення маятника перед його відхиленням від положення рівноваги дорівнювало нулю. Якщо значення кута відхилення маятника перед дослідом не дорівнює нулю, його слід поправити рукою або наново провести налагодження устаткування у відповідному режимі роботи програми. Представлені графічно дані можна використовувати для обчислення характеристик затухаючих механічних коливань: коефіцієнта затухання, логарифмічного декременту затухання, тощо.

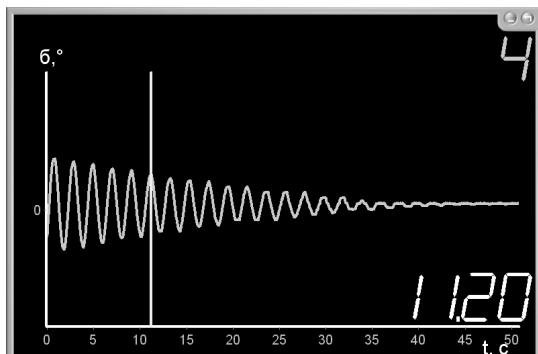


Рис. 3. Графік залежності кута відхилення від часу.

Після виготовлення установки та проведення експериментальної частини дослідження нами були отримані

відповідні результати, що дали змогу зробити наступні **висновки**.

До переваг створення нової лабораторної установки для виконання роботи фізичного практикуму «Вивчення вільних механічних коливань» відносяться: отримання графіка залежності кута відхилення маятника від часу на екрані комп'ютера в серії виконаних експериментів; задання початкового кута максимального відхилення (амплітуди); визначення періоду коливань за графіком; достатня точність отриманих даних та їх візуалізація на екрані; простота і зручність виконання роботи; можливість використання отриманої лабораторної установки для виконання фізичного практикуму як у першому так і в другому семестрі навчання; наявність першої роботи фізичного практикуму у другому семестрі з використанням комп'ютера і електронних блоків.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Борота В.Г. "Методические указания к лабораторным работам по физике. Часть II "Колебания и волны, оптика, атомная физика" - Кировоград; ГЛАУ, 1998 – 117 с.
2. Руководство по выполнению экспериментов "ФИЗИКА. Модуль 1 "Механика". Модуль 2 "Молекулярная физика" - Москва, Лаборатория "Л-микро".
3. Остапчук С., Величко С. Поеднання комп'ютерного й реального експерименту в дослідженнях в'язкості рідини. Наукові записки. – Випуск №60. – Серія: Педагогічні науки. – Кировоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2005. – Частина 2. – с. 306-309.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Борота Володимир Григорович** – старший викладач кафедри фізико-математичних наук Державної льотної академії України (м. Кировоград).

*Наукові інтереси:* методика викладання фізики та вищої математики в ВНЗ технічного профілю.

**Остапчук Сава Адамович** – викладач кафедри фізико-математичних наук Державної льотної академії України (м. Кировоград).

*Наукові інтереси:* методика викладання фізики в ВНЗ технічного профілю.



## ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

Вікторія БУЗЬКО

*У статті розглянуто ефективність використання методу аналогій при поясненні нового матеріалу, при розв'язуванні творчих та обчислювальних задач.*

*In article is considered efficiency of the use the method analogy at explanation of the new material, at decision creative and computing problems.*

**Постановка проблеми.** Аналогія - один з методів наукового пізнання, який широко застосовується у процесі вивчення фізики. В її основі лежить порівняння. Якщо виявляється, що два або більше об'єктів мають подібні ознаки, то робиться висновок і про подібність деяких інших ознак. Тому висновок, який робиться за аналогією, може бути як істинним, так і хибним. Тому висновок вимагає експериментальної перевірки. Значення аналогій для навчального процесу пов'язане з підвищенням науково-теоретичного рівня викладання матеріалу на уроках фізики в загальноосвітній школі, з формуванням наукового світогляду учнів.

У практиці навчання аналогії використовуються в основному для пояснення вже введених складних понять і закономірностей. Аналогії сприяють створенню наочності фізичних понять. Роблячи висновок за аналогією, знання, здобуті з розгляду якогось об'єкту (моделі), переносять на інший, менш вивчений об'єкт, менш доступний для дослідження, менш наочний. Висновки, зроблені за аналогією, мають імовірний характер, вони є одним з джерел наукових гіпотез, індуктивних міркувань і відіграють важливу роль у наукових відкриттях. Навіть коли такі висновки за аналогією стосуються абстрактних

об'єктів, то вони за певних умов можуть бути вірогідними.

**Аналіз попередніх досліджень.** Методисти не раз зверталися до проблеми аналогії. Насамперед це стосується праць С. Е. Каменецького [3, с. 6-7, 12, 13]. З філософської точки зору висновки за аналогією глибоко досліджені в працях В.С. Катюка, П.М. Ерднієва [2, с. 2-5; 4, с. 15], та у праці Г.Б. Редька [7]. Вивчення наукових праць багатьох видатних фізиків дає змогу стверджувати, що аналогії, як один з евристичних методів наукового дослідження, можуть бути також одним з елементів дослідного методу викладання фізики та ефективним засобом керування процесом усвідомлення фізичних законів.

«Під фізичною аналогією, - писав англійський фізик Дж. К. Максвелл, - я розумію ту часткову схожість між законами двох яких-небудь галузей науки, завдяки якій одна являє собою ілюстрацію іншої» [5, с. 8]. У своїх роботах видатний вчений неодноразово підкреслював ілюстративну та евристичну функції аналогії.

**Виклад основного матеріалу.** Різноманітність аналогій дозволяє їх класифікувати за видами: (рис. 1) та за властивостями (рис. 2).

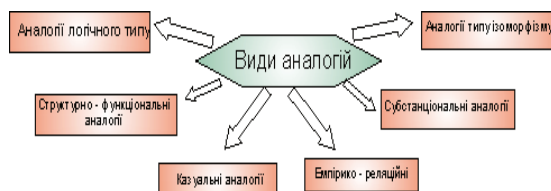


Рис. 1. Види аналогій

Аналогія є засобом керування розумовою діяльністю учнів, що повинна привести до теоретичного пізнання досліджуваного об'єкта чи явища. Метод аналогій дозволяє робити висновки, які потребують уточнення за допомогою експерименту, індукції, дедукції, систематизації, математичних доказів.

Аналогія є лише засобом, який відкриває шлях дослідження на основі розуміння фізичного явища і не має доказової сили. Слід відмітити, що значну роль для розуміння фізичних явищ та їхнього взаємозв'язку відіграють навіть такі аналогії, які в історії фізики приводили учених до неправильних висновків. Вчений фізик і лікар Жан Пуазейль, на честь якого названа одиниця в'язкості, вивчав закономірності руху рідин у тонких трубках (1840р.) і результати порівнював з циркуляцією крові у серцево – судинній системі. Встановленні ним відмінності руху рідин і крові були пояснені значно пізніше, коли з'ясувалося, що частинки крові при збільшенні швидкості руху орієнтуються так, що на відміну від звичайних рідин, опір потоку і в'язкість крові зменшуються. Тобто аналогія привела до пошуку нових закономірностей у природі.



Рис. 2. Властивості аналогій

Цікавими є кілька прикладів використання різних аналогій у навчанні фізики. У процесі навчання фізики у 9-му класі при вивченні поняття «електричного струму» слід використати таку аналогію. Демонструючи дослід, з'єднують між собою дві посудини за допомогою

повітряного насоса, який викачує повітря з однієї посудини і нагнітає його в іншу. Тиск повітря в посудинах вимірюють за допомогою манометрів. Стиснений газ уподібнюється позитивному заряду, а розріджений – негативному. Ця аналогія корисна для розуміння напруги електричного струму. Після цього слід порівняти електричну напругу з різницею тисків газу в посудинах. Однаковий тиск у посудинах аналогічний такому випадку, коли електричної напруги немає (електричні заряди взаємно нейтралізуються). Продовжуючи цю аналогію, показують, що для виникнення повітряної течії між посудинами (електричного струму в провіднику) потрібна різниця тисків (напруг) між газами в посудинах (на кінцях провідника). Усе це незалежно від того, стиснені гази в посудинах, чи розріджені (електричний струм у провіднику може виникнути не тільки між різнойменними, а й між однойменними зарядами).

Під час сполучення посудини, в якій було стиснене повітря, з атмосферою виникає повітряний потік. Це явище аналогічне до явища, яке виникає при заземленні.

Електричний струм подібний перебігу води в річках і водоспадах, тобто подібний перебігу води з вищого рівня на нижчий. Тут електричний заряд (кількість електрики) відповідає масі води, що протікає через перетин річки, а напруга – різниці рівнів, напору води в річці. Робота, яку здійснює вода, падаючи, наприклад, з греблі, залежить від маси води і висоти її падіння; робота струму залежить від електричного заряду, що протікає через перетин провідника, і від напруги на цьому провіднику.

Чим більше різниця рівнів води, тим більшу роботу здійснює вода при своєму падінні; чим більша напруга на ділянці кола, тим більша робота

струму. В озерах і ставках рівень води всюди однаковий, і там вода не тече; якщо в електричному колі немає напруги, то в ній немає і електричного струму.

Аналогія між механічними та електричними коливаннями дає можливість розв'язувати змістовні задачі:

**Задача 1а.** Вантаж масою  $m$ , прикріплений до пружини жорсткістю

$k$ , відвели від положення рівноваги та відпустили. Визначте максимальний зсув від положення рівноваги, якщо максимальна швидкість вантажу  $v_{\max}$ .

**Задача 1б.** У коливальному контурі, що складається з конденсатора ємністю  $C$  та котушки індуктивністю  $L$ , максимальне значення сили струму  $I_{\max}$ . Визначте максимальне значення заряду конденсатора

#### Задача 1а.

Дано:

$v_{\max}$ ,  
 $k$ ,  $m$

Розв'язання:

$$1) \text{ За законом збереження енергії: } \frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} \Rightarrow$$

$$x_{\max} = v \sqrt{\frac{m}{k}}, 2) [x_{\max}] = \frac{m}{c} \sqrt{\frac{\kappa \mathcal{E} \cdot m}{H}} = \frac{m}{c} \sqrt{\frac{\kappa \mathcal{E} \cdot m \cdot c^2}{\kappa \mathcal{E} \cdot m}} = m$$

$x_{\max}$  —?

$$\text{Відповідь: } x_{\max} = v \sqrt{\frac{m}{k}}$$

#### Задача 1б.

Дано:

$I_{\max}$ ,  
 $C$ ,  
 $L$

Розв'язання:

$$1) \text{ За законом збереження енергії: } \frac{q_{\max}^2}{2C} = \frac{LI_{\max}^2}{2} \Rightarrow q_{\max} = I \sqrt{LC}$$

$$2) [q_{\max}] = A \sqrt{\Gamma_H \cdot \Phi} = \frac{K_L}{c} \sqrt{\frac{B \mathcal{E} \cdot K_L}{A \cdot B}} = \frac{K_L}{c} \sqrt{\frac{B \cdot c^2 \cdot K_L}{K_L \cdot B}} = K_L.$$

$q_{\max}$  —?

$$\text{Відповідь: } q_{\max} = I \sqrt{LC}$$

**Задача 2а.** На пружині жорсткістю  $k$  підвішений вантаж масою  $m$ . Пружина виводиться зі стану рівноваги зсувом вантажу від положення рівноваги на величину  $A$ . Визначте максимальний  $x_{\max}$  і мінімальне  $x_{\min}$  зсув вантажу від точки, у якій перебував нижній кінець нерозтягнутої пружини й  $v_{\max}$  максимальну швидкість вантажу (рис. 3).

**Задача 2б.** Коливальний контур складається із джерела струму з ЕРС рівної  $\mathcal{E}$ , конденсатора ємністю  $C$  та котушки індуктивністю  $L$  і вимикача. До замикання вимикача конденсатор мав заряд  $q$ . Визначте максимальний

$q_{\max}$  та  $q_{\min}$  мінімальний заряд конденсатора та максимальний струм в контурі  $I_{\max}$  (рис. 4).

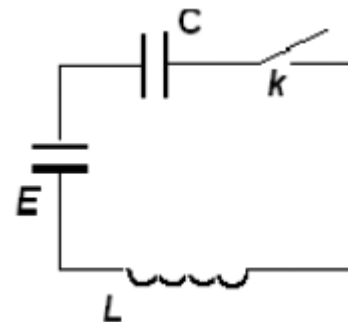


Рис. 4

Дано:

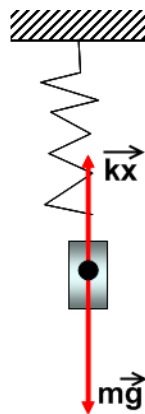
K,  
m,  
A $x_{\max} - ?$   $x_{\min} - ?$  $v_{\max} - ?$ 

Рис. 3.

**Задача 2а.**

Розв'язання:

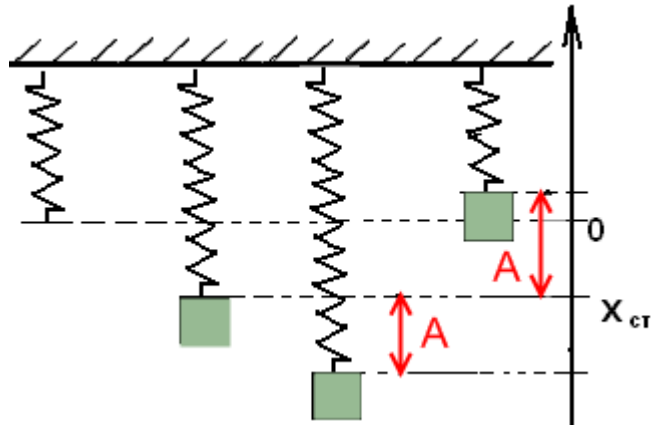


Рис. 3.а

Визначаємо статичний зсув вантажу. Оскільки вантаж перебуває в стані спокою

$mg = kx_{cm}$ , отже  $x_{cm} = \frac{mg}{k}$ . Враховуючи рисунок 3а, отримаємо:

$$x_{\max} + x_{cm} + A = \left(\frac{mg}{k}\right) + A, \quad x_{\min} + x_{cm} - A = \left(\frac{mg}{k}\right) - A.$$

Визначаємо максимальну швидкість вантажу. Зсув від положення рівноваги незначний, отже коливання можна вважати гармонійними.

Прийmemo, що в початковий момент відліку зсув був максимальний, тоді  $x = A \cos \omega t$ .

Для пружинного маятника  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

$$v = x' = A \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sin \omega t, \quad \text{при } \sin \omega t = 1 \Rightarrow v = v_{\max}. \quad \text{Отже, } v_{\max} = A \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

$$\text{Відповідь: } x_{\max} = x_{cm} + A = \left(\frac{mg}{k}\right) + A, \quad x_{\min} = x_{cm} - A = \left(\frac{mg}{k}\right) - A, \quad v_{\max} = A \sqrt{\frac{k}{m}}$$

**Задача 2б.**

Розв'язання:

Дано:

L, C,  $q_0$ ,  $\varepsilon$ За аналогією із завданням 2а отримаємо:  $q_{\max} = \varepsilon C + q_0$ ,

$$q_{\min} = \varepsilon C - q_0, \quad I_{\max} = q_0 \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

 $q_{\max} - ?$ 

Розглянуті аналогії дозволяють глибше проникнути в процес вивчення фізики загальноосвітньої школи, що у свою чергу дозволяє учням краще зрозуміти фізичні закони й процеси.

У даній роботі розглянута лише частина аналогій, які можна використати на уроках фізики й на факультативних заняттях в загальноосвітній школі.

**Висновок.** Застосування методу аналогій у процесі навчання фізики дає можливість учням порівнювати явища, здійснювати аналіз їхніх ознак, робити узагальнення та висновки, тобто використовувати широкий спектр розумової діяльності. Крім того метод аналогій значно полегшує самостійну роботу учнів з аналогічними задачами, оскільки вони розв'язуються за певним алгоритмом. Застосування методу

аналогії дозволяє здійснювати рівневу диференціацію школярів.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Эрдниев П. М. Аналогия в математике. - М.: Знание, 1970. - 30 с.
2. Каменецкий С. Е. Аналогии в курсе физики средней школы. - Известия АПН, - вып. 106, 1969, - 150 с.
3. Каменецкий С. Е. Применение аналогий в курсе физики средней школы. Автореф. дисс. канд. пед. наук. — М.: НИИМО, 1959. - 13 с.
4. Каменецкий С.Е., Солодухин Н.А. Модели и аналогии в курсе физики средней школы: Пособие для учителей.- М.: Просвещение, 1982.-96 с.

5. Катюк В. С. До пояснення природи магнітного поля струму. У зб.: Викладання фізики за новими програмами. За ред. О. І. Бугайова. - К.: Радянська школа, 1973, - 15 с.

6. Максвелл Дж. К. Статьи и речи. - М.: Наука, 1968. - 202 с.

7. Редько Г. Б. О методе аналогий в преподавании физики. - Физика в школе, 1974, №4, с. 51 - 53.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Бузько Вікторія Леонідівна** - учитель фізики загальноосвітньої школи I-III ступенів №6 м. Кіровограда.

*Наукові інтереси:* методика навчання фізики.

## НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У СЕРЕДНІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

**Степан ВЕЛИЧКО**

*Аналізуються основні здобутки в галузі дидактики фізики, що отримані автором упродовж систематичного вивчення проблеми удосконалення фізичної освіти у середніх загальноосвітніх навчальних закладах.*

*Basic achievements are analysed in industry of didactics physicists which are got an author during the systematic study of problem of improvement of physical education in middle general educational establishments.*

**Постановка проблеми.** За сучасних умов навчання фізики у середніх загальноосвітніх закладах різного типу і профілю виокремилася низка проблем, серед яких особливої уваги заслуговують такі, як:

1 – шкільний курс фізики (ШКФ) вивчається диференційовано, профільно згідно програм обов'язкових результатів (рівень стандарту), академічного чи профільного рівня навчання фізики (як базовий предмет або курс, що пов'язаний із профільними предметами): при цьому зміст ШКФ як за обсягом, так і за глибиною його розгляду різний; він може містити нові теми з фізики; акцентується особлива

увага на усвідомлення учнями нових наукових досягнень у фізичній галузі;

2 – конкретний зміст ШКФ відбиває вимоги різних програм, вимагає адекватної методики навчання, яка виокремлюється не лише засадничими положеннями щодо навчального матеріалу, методичних підходів та обсягу засвоєних ЗУНів, а й запроваджуваними технологіями та науковими методами пізнання, що відбивають не просто передачу накопичених даних, а самостійну та пізнавально-пошукову діяльність учнів і формують активну, цілеспрямовану навчальну діяльність школярів;

3 – як навчальна дисципліна, в основу вивчення якої покладено систему навчального фізичного експериментування (НФЕ), курс фізики вирішує освітні, виховні, розвивальні і практичні цілі й одночасно з цим розв'язує дуже важливі функції формування особистості школяра, здібного до цілеспрямованого сприйняття оточуючої природи і формування сучасних наукових уявлень

про навколишній світ та наукову його картину, формування наукового стилю мислення і розкриття тісного взаємозв'язку науки з життям;

4- у процесі навчання фізики у середній школі методика базується на системі навчального фізичного експерименту, який з урахуванням комплексного наукового і психолого-педагогічного аналізу нами представлений як модель феномену з конкретно визначеними його роллю і місцем, функціями та взаємозв'язками з іншими складовими процесу навчання [2; 12].

Модель педагогічної підсистеми «Навчальний фізичний експеримент» з урахуванням системно-структурного та діяльнісного аналізу навчання фізики доповнює традиційне уявлення про цей феномен такими компонентами, як діяльність вчителя і діяльність учнів, об'єкт дослідження та методика й техніка виконання, що об'єднують матеріально-технічне, психолого-педагогічне його забезпечення і комплекс вимог [3; 5; 8; 11].

Однак, на практиці методика навчання фізики і методичне забезпечення суттєво відстають від потреб школи.

**Мета статті:** З урахуванням результатів теоретичних досліджень створена ефективна система НФЕ з різних розділів курсу фізики, котра відображає останні наукові досягнення та базується на сучасних засобах експериментування, включаючи інформаційно - комп'ютерні технології (ІКТ) та поєднання реального і комп'ютерного експерименту у фізичній освіті [2; 4; 9; 10; 11].

**Основний матеріал.** Для реалізації такої системи НФЕ в умовах профільного навчання фізики нами розроблені і апробовані такі комплекти навчального обладнання:

1. Універсальний спектральний прилад заміною окремих його

елементів легко перетворюється у шість різних спектральних приладів: спектроскоп, спектрограф, монохроматор, спектрометр, змішувач кольорів та монохромоскоп. Кожна із модифікацій УСП-6 дозволяє вивчити будову і принцип дії приладу, а також виконати серію дослідів [2, с 214-242].

УСП-6 вигідно відрізняється від існуючих спектральних приладів для навчальних цілей: має просту будову; вхідна його щілина оригінальної конструкції, на що видано авторське свідоцтво (Спектральная щель Авторское свидетельство СССР №1213355 22 октября 1985 г.); диспергуючим елементом є голографічна дифракційна ґратка 600-1000 лін/мм; вартість його мала.

УСП-6 апробований у фізичних лабораторіях КНУ ім. Тараса Шевченка (1997 р.) і постійно використовується у фізичних лабораторіях КДПУ ім. В. Винниченка (1983-2010 рр.).

Зараз він удосконалюється за рахунок можливостей використання комп'ютерного супроводу та фіксування і обробки результатів спектральних досліджень засобами комп'ютерної техніки.

2. Джерелом еталонного випромінювання є спектральні лампи ВСБ-2 та створений простий генератор, який працює за двотактною схемою із ємнісним зворотним зв'язком. За принципом дії, будовою та в експлуатації він простий і зрозумілий учням середніх шкіл, може бути виготовлений у трьох модифікаціях: як навчальний прилад ДЕВ-2, живлення якого забезпечується випрямлячем ВУП-2; прилад ДЕВ-2м та ДЕВ-3п з автономним живленням. Джерело ДЕВ-3п створене на напівпровідниковій основі і має ряд переваг перед раніше розробленими модифікаціями [10, с. 44-70].

3. Фотометр інтегральний ФІ-2 є перетворювачем „світловий потік –

напруга” і може бути використаний для вимірювання потужності неперервного випромінювання, гелій-неонового лазера і випромінювання у видимій і ближній інфрачервоній ділянці спектра. У поєднанні з цифровими вимірювальними пристроями ФІ-2 дозволяє отримати якісні результати під час різноманітних досліджень розподілу й поширення світлової енергії.

За допомогою фотометра ФІ-2 та цифрового вольтметра типу В7-37 є можливість виконання усієї серії лабораторних робіт з оптики відповідно до програми з фізики для вищих навчальних закладів, що одночасно поліпшує установку і метод дослідження, підвищує точність вимірювань [10, с. 85-96]..

4. Комплект голографічних дифракційних ґраток включає ґратки (50, 100, 200, 300, 600 лін./мм) двох варіантів:

1 – комплект ДР-5д для здійснення демонстрацій вчителем;

2 – комплект ДР-15л для виконання лабораторних робіт та фізичного практикуму (набір з 15-ти ґраток із серій 50, 100, 200 лін./мм для середніх шкіл та із серій 100, 300, 600 лін./мм для вищих навчальних закладів).

Пропоновані дифракційні ґратки виготовляються на основі методу голографування. Такі ґратки мають високу якість і розподільну здатність (ґратки 600 лін./мм дозволяють спостерігати самопоглинання інтенсивних ліній у спектрі випромінювання атомів ртуті, що відповідає розподільній здатності не менше 12000) [2, с. 217-220].

5. Болومتر, що виготовлений із чотирьох дротин, опір кожної з яких складає біля 0,1 Ом, з'єднаних за схемою містка Уїтстона. За таких умов різниця температур двох близько розміщених одна до одної дротин,

досягаючи  $0,0001^{\circ}\text{C}$ , викликає відхилення стрілки гальванометра майже на 20 мм, коли струм у колі становить 0, 25 А. Таким чином у процесі навчання фізики є можливість виконувати навчальні досліди та досліджувати характер розподілу енергії у спектрі випромінювання теплового джерела світла і вимірювати енергію слабких світлових пучків [10, с. 96-97].

6. Інтерферометр Майкельсона для навчальних цілей складено за класичною схемою без компенсаційної пластинки. Усі деталі кріпляться на пластині розмірами  $15 \times 15$  см. Кожне дзеркало та окремі елементи інтерферометра дозволяють надійно кріпити їх у відповідні місця основи та здійснити юстування навколо вертикальної і горизонтальної осі.

Модель інтерферометра дозволяє надійно виконувати демонстраційні та лабораторні експерименти і виконувати змістовні роботи фізичного практикуму у школі і ВНЗ [9, с. 92-98].

7. Модулятор лазерного випромінювання призначений для механічного модулювання випромінювання ОКГ за його інтенсивністю та здійснення ефективних демонстрацій принципу оптичного зв'язку [9, с. 134-136].

8. Установка для вивчення активного елемента гелій-неонового лазера дозволяє виявити і дослідити вимушене випромінювання, яке виникає за відповідних умов у газовій суміші гелію і неону, і таким чином дослідити квантові властивості інверсного середовища, визначити коефіцієнт його поглинання і підсилення [9, с. 136-138].

9. Прилад для вивчення газових законів на відміну від серії інших пропонованих для цієї мети приладів не містить ртуті. Всі прилади описані у монографії [2].

10. Прилад для графічного запису деформації розтягу (демонстраційний і лабораторний варіант), описаний у посібнику [5].

Прилад спрощує підготовку і проведення дослідів із одночасним підвищенням якості одержаних результатів у вигляді записаного графіка. Досліди з ним є більш наочними і переконливими, а їхні результати у вигляді графіків можна використовувати для різних дидактичних цілей як на уроці, так і в позаурочний час. Одержані графічні залежності дозволяють розвивати методику дослідження на основі формулювання нових задач чи зміни умов, за яких відбувався дослід, а також внаслідок комп'ютерного моделювання досліджуваного явища в умовах, які неможливо відтворити в аудиторії. Результати одержаних графіків сприяють розвитку просторового уявлення та творчого мислення учнів і відповідають сучасним запитам дидактики фізики до посилення самостійної пошукової діяльності кожного школяра, а поряд із комп'ютерним варіантом виконання дослідів дає можливість розширити межі досліджень за рахунок прогностичної функції інформаційно-комунікаційних технологій.

11. Навчальний комплект „Оптика” представлений елементами та системами, що забезпечують учням і студентам доступ до сучасної оптики, доповнюючи теоретичні знання експериментальними даними з таких тем: – оптичні квантові генератори; геометрична оптика; інтерференція, дифракція, поляризація світла; голографія, що описані у посібнику [9]. Тут йдеться про можливості ефективного відтворення класичних дослідів Юнга, Френеля, досліду Аббе, а також виготовлення і дослідження елементарних голограм, голографічних дифракційних ґраток тощо.

Цей комплект модернізований у два прилади: навчальний лазерний прилад „Оптика-W” і прилад „Шкільна оптична лава – 3”, які забезпечують у повному обсязі ефективне вивчення названих питань у шкільному і вузівському курсі фізики [11].

Подальший розвиток методики вивчення оптичних явищ і закономірностей у шкільному курсі фізики дозволили вдосконалити як сам комплект, так і методику його використання у навчальному процесі.

12. Комплект «Оптика-класика», вартість якого значною мірою зменшена, а методика виконання дослідів і лабораторних робіт описана у посібнику [8].

13. Прилад «Оптична міні-лава» став результатом наукових пошуків наукового проекту ІТ/503-2007 (держ реєстр № 0107у008123) (кер. проф. Величко С.П.) упродовж 2007-2008 років, що відбито у посібнику [14].

Комплект «Оптична міні-лава» нині широко використовується у навчальному процесі з фізики як у середній школі, так й у ВНЗ.

Створене обладнання експонувалося на виставках і отримало схвалення: ВДНГ України (1991; 1992 р.р.), ІІІ премія МОН України (1994р.), грант Соросівського доцента (1996 р.), грамота Міністерства освіти Росії (м. Москва, 2002р.), заохочувальний диплом (м. Суми, 2005р.)

Враховуючи сучасні тенденції широкого запровадження комп'ютерних технологій під час вивчення курсу фізики, кожна нова чи модифікована розробка навчальних дослідів розглядається з точки зору можливостей запровадження ІКТ для вирішення різних дидактичних цілей.

Переконливим прикладом є створені програмні матеріали, які ефективні у процесі вивчення квантової фізики і в середній школі, й у педагогічному ВНЗ, що описані у



посібнику [3], а також створена спільно із аспірантом В.В.Неліповичем «Віртуальна фізична лабораторія з вивчення властивостей рідких кристалів». Така віртуальна лабораторія схвалена Інститутом інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України і методично забезпечена програмою [13], методикою і посібником [4].

На базі створеного навчального обладнання, посібників та методичних рекомендацій розроблені авторські спецкурси „Використання лазера у викладанні шкільного курсу фізики”, „Практика з шкільного фізичного експерименту”, „Організація та керівництво технічною творчістю школярів”, «ЕОМ у навчально-виховному процесі з фізики», «Сучасні педагогічні технології у навчанні фізики».

Створені прилади та система дослідів з методичним забезпеченням більше 25 років успішно використовуються на фізико-математичному факультеті КДПУ ім. В. Винниченка, у Кіровоградському ОІППО ім. В. Сухомлинського та в інших ВНЗ України і дають позитивні результати як у формуванні міцних знань з фізики та методики навчання, так і в підготовці висококваліфікованих учителів фізики.

При кафедрі фізики успішно з 2000 року працює Науковий центр розробки засобів навчання, створений на основі спільної угоди з Інститутом інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Науковий центр (керівник Величко С.П.) успішно виконує покладені на нього завдання, веде активну роботу з розробки засобів навчання та методичного забезпечення не лише дидактики фізики, а й інших навчальних дисциплін. Зокрема, створено інтегрований лабораторний практикум з безпеки життєдіяльності для студентів педагогічних ВНЗ та учнів старшої школи і розроблено

оригінальний авторський навчально-методичний комплекс, що поєднує дослідницькі лабораторні роботи з комп'ютерними варіантами, а також методичне забезпечення у вигляді виданих посібників [6; 7].

У 2000-2005 роках Науковий центр брав активну участь у розробці окремих аспектів наукових досліджень з тем: «Дидактичні засади формування комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища» (держ. реєстр. №0100у002033) та «Науково-методичне забезпечення використання у дидактичному процесі засобів навчання нового покоління» (держ. реєстр. №0100у002034), над якими працював Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. У 2007-2008 роках Науковий центр самостійно виконував науковий проект ІТ /503-2007 (держ. реєстр №0107у008123) «Інтегрований навчальний практикум «Методика, техніка та сучасні технології у шкільному фізичному експерименті».

**Перспективи подальшого розвитку проблеми.** Як впливає з наведеного аналізу та представленого матеріалу, який відбиває наслідки науково-дослідних пошуків упродовж достатнього проміжку часу, науково-методичне забезпечення різнопрофільного навчання фізики в середніх ЗНЗ залишається на рівні кінця 20 століття і далеко ще не вирішує проблем особистісно-орієнтованого навчання, формування і розвитку особистості кожного випускника ЗНЗ, індивідуалізації процесу навчання та формування і розвитку мислення, яке має доводитися до рівня ймовірнісного, формування й постійне розширення мотиваційної сфери навчальної діяльності школяра, котра має бути цілеспрямованою навчальною діяльністю, тобто доведеною до активної самостійної пошуково-дослідницької діяльності з урахуванням можливостей, побажань і

потреб кожного учня чи створення дійсно відкритої системи фізичної освіти, яку може вибирати будь-хто з метою реалізації потреб і можливостей, що впливають із конкретних умов і виникають в даний момент часу за конкретних обставин або ж обумовлені комплексом різних чинників [1].

**Висновки.** Для реалізації зазначених аспектів та вимог сучасних програм варіативного навчання фізики наявне науково-методичне забезпечення вирішує лише зовнішню сторону навчального процесу (тобто діяльність вчителя) і мало враховує внутрішні аспекти навчально-виховного процесу, що характерні для діяльності самого учня (тобто процесу учіння). Широке запровадження ІКТ та інтерактивних педагогічних технологій спільно із створеним нами науково-методичним забезпеченням, спрямоване на вирішення сучасних проблем дидактики фізики та всебічний розвиток особистості випускника сучасного загальноосвітнього навчального закладу.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти / В.Ю. Биков: Монографія. - К.: Атака, 2008. - 684с.
2. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі / С.П.Величко. - Кіровоград, 1998. - 302с.
3. Величко С.П. та ін. Вивчення основ квантової фізики: Навч. посібник для студ. вищих навч. закладів. /С.П.Величко, Л.Д.Костенко. - Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка, 2002. - 274с.
4. Величко С.П. та ін. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у загальноосвітній та вищій педагогічній школі: Навч. посіб./ С.П.Величко, В.В. Неліпович./ За ред. С.П. Величка. - Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії»Авангард»», 2008. - 140с.
5. Величко С.П. та ін. Графічний метод дослідження природних явищ у навчанні фізики: навч. посіб. для студ. пед. вищих навч. закладів освіти / С.П.Величко, І.В. Сальник. -

Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. - 167с.

6. Величко С.П. та ін. Лабораторний практикум з безпеки життєдіяльності: Навч. посібник/ С.П. Величко, І.Л. Царенко. - К.: «ВД «Професіонал»», 2008. - 192с.

7. Величко С.П. та ін. Методика викладання безпеки життєдіяльності: Навч. посібник/ С.П.Величко, І.Л. Царенко, О.М.Царенко. - К.: КНТ, 2008. - 318с.

8. Величко С.П. та ін. Сучасні технології у фізичному експериментуванні з оптики: Посіб. для вчителів / С.П.Величко, О.С.Кузьменко: Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2009. - 164с.

9. Величко С.П., Ковальов І.З. Лазер у шкільному курсі фізики. /Посібник для вчителя – К.: Рад. шк., 1989. - 143с.

10. Величко С.П. та ін. Нове навчальне обладнання для спектральних досліджень. /Посіб. для студ. фізмат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. - 2-е вид., перероб./ С.П.Величко, Е.П. Сірик.- Кіровоград: ТОВ «Імекс-ЛТД», 2006. - 202с.

11. Гайдук С.М. Оптика: Лабораторні роботи з використанням лазера і комп'ютерних програм/ С.М.Гайдук: Посіб. для вчителів /Наук. ред. проф. С.П. Величко.-2-е вид., перероб. - Кіровоград. - ТОВ «Імекс-ЛТД», 2002. - 112с.

12. Гуржій А.М. та ін. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі (організація та основи методики): Навч. посібник / А.М. Гуржій, С.П.Величко, Ю.О. Жук. - К.: ІЗМН, 1999. - 303с.

13. Неліпович В.В. Рідкі кристали та їх властивості. Факультативний курс /В.В.Неліпович: Метод. реком. для вчителів фізики з питань вивчення структури і властивостей рідких кристалів / За ред. проф. С.П.Величка. - Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард»», 2009. - 40с.

14. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент: Посіб. для студ. фізмат. фак-тів пед. вищих навч. закладів / С.П.Величко, І.М. Гладкий, Д.О.Денисов, В.В.Неліпович та ін.: За ред. С.П.Величка. - у 2-х частинах. - Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2008.-Ч.1.- 148с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Величко Степан Петрович** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В.Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми дидактики фізики та підготовки високопрофесійних фахівців освітньої галузі.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТОВАНOSTІ УЧНІВ ДО ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З ФІЗИКИ ЗА ВІЛЬНИМ ВИБОРОМ

Віктор ВОВКОТРУБ

*Організація і постановка різнорівневих експериментальних завдань в профільній школі потребує формування експериментального досвіду учнів у основній школі і перенесення на наступні етапи навчання фізики. Наведені варіанти забезпечення умов для розширення змісту формування і перенесення експериментального досвіду до вивчення кінематики.*

*Organization and raising of experimental tasks at type school needs forming of experimental experience of students at basic school and transference on the next stages of studies of physics. The variants of providing of terms are resulted for expansion of maintenance of forming and transference of experimental experience to the study of kinematics.*

**Постановка проблеми.** В освітній галузі серед інших природничих наук фізика відіграє пріоритетну роль як найбільш розвинута. Головною метою навчання фізики в основній школі є формування та розвиток в учнів експериментальних і дослідницьких навиків, розуміння наукових основ сучасного виробництва, техніки і технологій.

**Аналіз попередніх досліджень.** Особистісно-орієнтоване навчання передбачає забезпечення комфортних умов навчальної праці - організації навчальних занять і самостійної діяльності на основі динаміки розумової працездатності. За ергономічної оцінки процес формування працездатності складають такі періоди [5]:

1) період входження в працю, який триває від кількох хвилин до години, пов'язаний з пошуком адекватного способу дії. Психофізіологічний зміст періоду зводиться до формування робочої домінанти, яка характеризується констеляцією

нервових центрів, що регулюють ті функції, які забезпечують формування й освоєння оптимального ритму роботи;

2) період оптимальної працездатності, характерний стабільною розумовою роботою. Всі зміни показників функцій організму адекватні навантаженню, яке випробовується людиною, і лежать в межах фізіологічних норм;

3) період повної компенсації, коли виникають: а) початкові ознаки втоми, що компенсуються вольовим зусиллям людини, його позитивною функцією і навчально-трудою мотивацією; б) вольове зусилля, яке реалізується через фізіологічний механізм посилення діяльності вегетативних неспецифічних зрушень нейрогормональної системи;

4) період нестійкої компенсації, характерний зростанням втоми і зниженням працездатності; зміни виникають, перш за все, в тих органах і системах, які безпосередньо забезпечують виконання роботи;

5) період прогресивного зниження працездатності, характерний швидким зростанням втоми, яке виражається в зниженні продуктивності і ефективності розумової роботи й у функціональних зрушеннях, неадекватних роботі.

**Мета статті.** Названі чинники особливо стосуються структури, змісту і завдань експериментальної діяльності учнів у процесі навчання фізики. Детальний аналіз змісту шкільного курсу фізики та охоплення його різними видами навчальної діяльності свідчить про недостатній рівень

планування експериментальної діяльності учня, якій більш суттєві третій-п'ятий періоди формування працездатності. Наша мета показати, що за змінами структури і змісту шкільного курсу фізики важливим виступає комплексний підхід до планування завдань експериментування.

**Основний матеріал.** Завданнями курсу фізики середньої школи є «сформувати і розвинути в учнів експериментальні вміння і дослідницькі навички, уміння описувати і систематизувати результати спостережень, планувати і проводити невеликі експериментальні дослідження, проводити вимірювання фізичних величин, робити узагальнення й висновки;» [8, с.6].

Організація освітнього середовища до навчання фізики в старшій школі характерна вивченням і проектуванням у комплексі різносторонньої діяльності учнів. Виходячи із завдань для сучасної школи, у процесі навчання фізики важливими є формування вмінь одержувати і застосовувати одержані знання в різноманітних ситуаціях, що стрімко змінюється за нинішніх умов, здатності генерувати оригінальні ідеї знаходити нетривіальні вирішення в проблемних ситуаціях.

Отже організація виконання учнями старшої школи експериментальних завдань, здебільшого - лабораторних робіт, передбачає створення сприятливих умов для забезпечення диференціації завдань відповідно з рівнями складності, відтворення творчого підходу учня до виконання завдання. Тому виконання лабораторних робіт з фізики в основній школі лише за наведеним в інструктивних матеріалах змістом є недостатньо для формування в учнів необхідних умінь та їх перенесення для навчального

експериментування у старшій школі. Забезпечення ефективності і комфортності навчальної діяльності учнів за ергономічного підходу до планування вимагає забезпечення адаптованості учнів до виконання системи завдань через чітку і логічну послідовність їх виконання та осучаснення матеріального забезпечення.

За останні роки значно збільшилась і продовжує різко зростати роль інформаційної освіти (телебачення, радіо, зв'язок, Інтернет), що призводить до втрати новизни та внаслідок цього зниження природної зацікавленості учнів питаннями шкільного курсу фізики. Через потужний розвиток науково-технічного прогресу експериментальне відображення змісту фізики з самого початку його вивчення потребує вагомих змін змісту і матеріального забезпечення. Учні активно користуються багатьма досягненнями науки, особливо мікроелектронними засобами, хоч теоретичної основи для своїх спостережень у них ще недостатньо. Відповідно існує необхідність впровадження сучасних засобів в процес навчання фізики раніше за вивчення фізичних основ їх будови і дії. У фізичних кабінетах з'явилися ряд приладів, виконаних на базі мікроелектроніки: цифрові секундоміри, електричні термометри, саморухомий візок із сенсорним керуванням. Безперечно, що такий підхід має набути дієвого розвитку, цілеспрямованість на формування досвіду учнів, сприяти в розв'язанні проблем сприймання систематичного курсу фізики середньої школи, щоб у старшій школі забезпечити успішне завершення формування навичок і цілісних уявлень фізичних основ будови, дії і якісного використання сучасних засобів.

В основній школі, починаючи з вивчення першого розділу, закладаються основи формування знань і вмінь, певна роль яких є вагомою для вивчення кінематики в 10 класі старшої школи. Зокрема, до змісту фронтальних лабораторних робіт включено ознайомлення і користування вимірювальними приладами. Одночасно варто звернути увагу на необхідність вже на даному етапі ознайомлення учнів із сучасними широко вживаними засобами, наприклад, використання різних цифрових секундомірів не лише типу «stratos 2», «СИЛ-1», а й інших: «JUN50», «XJ-613D» тощо. Це дозволяє у наступних етапах зручно і легко вирішити питання матеріального забезпечення для виконання експериментальних завдань за принципом вільного вибору.

У процесі викладання питань фотометрії варто ознайомити учнів з призначенням і використанням фотодатчиків. Перше ознайомлення здійснюють з використанням оптоелектричного датчика, який входить до комплекту лабораторії «L-мікро» в процесі виконання демонстраційного експерименту для оцінки фотометричних величин. У 8-му класі, демонструючи нерівномірний рух – зкочування кулі по похилому жолобу, вимірюють час демонстраційним секундоміром ССЭ-М з фотодатчиками, демонструючи заодно дію фотодатчиків і акцентуючи увагу на безінерційності часу спрацювання. Наводять приклад застосування таких датчиків для фотофінішу, що учні спостерігали при перегляді спортивних телепередач.

Доречним є ознайомлення учнів і з іншою моделлю цифрового лічильника-секундоміра – лабораторного СИЛ-1. Проте останній не укомплектований датчиками. Відповідно вперше такий секундомір доцільно використати для виконання першої роботи у 8-му класі,

зібравши установку з похилим жолобом, або на базі приладу КМП-1. Вже при наступному використанні замінюють механічні датчики саморобними фотодатчиками. Варіанти останніх нами описані в [4, С. 69-70].

Наступне використання фотодатчиків в основній школі досить ефективно при виконанні лабораторної роботи з вивчення обертального руху тіл. Лічильник-секундомір СИЛ-1 перемикають на підрахунок імпульсів. Установку збирають так, щоб обертовий стробоскопічний диск на вісі мікродвигуна лопатками перекривав промінь фотодатчика. Під час виконання роботи вимірюють кількість імпульсів протягом визначеного часу і, розділивши на кількість лопаток, знаходять період обертання диску і частоту обертання.

Під час вивчення коливального руху доцільно скористатись фрагментами експерименту, наведеного нами в посібнику [4, с. 129-134]. Попереднє знайомство учнів з фотодатчиками сприяє тому, щоб період коливань маятників, їх частоту коливань чи кількість коливань протягом визначеного відрізка часу вимірювати безпосередньо цифровим секундоміром з фотодатчиком.

Вивчення у 8-му класі звукових хвиль дозволяє сформувати в учнів 9-го класу при вивченні електромагнітної індукції цілісні уявлення про принципи роботи і використання акустичного реле, що підвищує рівень відповідності експерименту вимогам принципу науковості, а також розширює можливості варіювання таким змістом для виконання експериментальних завдань за вибором учня. Детально проектування і виготовлення акустичного реле нами описане в монографії [4, с. 70-72].

У старшій школі навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання

фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних вмінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки чому учні стають спроможними у межах набутих знань самостійно розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту.

У практичній діяльності учнів старшої школи вагоме місце належить самостійній роботі, яка базується на принципі вільного вибору. Створення умов для здійснення самостійного вибору завдань забезпечується їх варіативністю, що надає можливості кожному учневі працювати відповідно до своїх здібностей, разом вагомо сприяючи розвитку їх творчого мислення [6]. Рівень творчості учня визначається ступенем самостійності: чим він вищий, тим краще він реалізує свій творчий потенціал і тим більше можливостей для розвитку його дивергентного мислення. Кращому розвитку дивергентності сприяє відкритість питань щодо аналізування різних підходів до виконання завдання. На пошуковому рівні з'являється простір для розвитку дивергентності мислення, оскільки при заданій меті завдання й визначеному переліку обладнання учневі невідомий шлях виконання завдання. Шлях він вибирає самостійно з можливих варіантів, відповідно тут проявляється творчий підхід.

Вищим ступенем є виконання дослідницьких лабораторних робіт, коли для учня визначається лише мета завдання. Д.Б.Богоявленська учнівську творчість визначає як «...здібності до ситуативно нестимульованої пізнавальної діяльності, або здібності до пізнавальної самодіяльності» [2]. За С.В.Анофріковою [1] будь-яка людська діяльність має такі структурні елементи: мету, предмет, знаряддя, програму та кінцевий результат.

Основними етапами у виконанні учнями експериментального завдання є: формулювання мети, вибір предмета дослідження, відбір обладнання, складання алгоритму діяльності, виконання експерименту, оцінка одержаних результатів.

Використання сучасних засобів з елементами мікроелектроніки дозволяє здійснити забезпечення «можливостей змінювати умови проведення досліду, демонструючи вплив параметрів, якими варіюють, на результати досліду» [7, с. 15]. Наведені елементи формування експериментальних умінь переважно стосуються вивчення основ кінематики в 10 класі, де програмами визначено виконання трьох фронтальних лабораторних робіт: «Вимірювання середньої швидкості руху тіла», «Дослідження рівноприскореного руху» і «Дослідження руху тіла по колу». Разом з цим у переліку робіт фізичного практикуму до розділу кінематики наведено 6 робіт, серед яких є і робота «Вимірювання часу». Без сформованості умінь вимірювати час багатьма способами виконання наведеного переліку робіт не може досягти своєї мети. Тож формування умінь вимірювання часу має передувати виконанню робіт з кінематики, що актуалізує питання зміни статусу даної роботи із роботи практикуму у фронтальну лабораторну роботу. Її зміст має охоплювати методи і форми вимірювання різних проміжків часу засобами із ручним і автоматизованим керуванням (в комплектах з датчиками).

Використання механічних датчиків дозволяє забезпечити виконання перших двох робіт з приладом КМП-1. Інших варіантів практично не запропоновано. Використання фотодатчиків дозволяє розширити умови до вибору інших варіантів виконання. Практично єдиним якісним способом експериментального

вивчення руху тіла по колу є запропоновані варіанти завдань з використанням фотодатчиків. Перенесення набутих вмінь створює умови для збільшення варіантів виконання такої роботи практикуму.

Експериментальне дослідження руху тіл, кинутих вертикально вгору і під кутом до горизонту, здійснюється не якісно без використання в комплекті з секундоміром датчиків, і в першу чергу – акустичного датчика. Останній здійснює вимкнення секундоміра в момент падіння тіла на поверхню стола. Замінити його фотодатчиком не зручно, бо місце падіння визначити з достатньою точністю не можливо, навіть при киданні тіла вертикально вгору.

Одним з варіантів дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту, може слугувати описаний нами варіант такої роботи [3, с. 225-228].

Розв'язання проблеми забезпечення умов для виконання експериментальних завдань учнями з фізики як в основній, так і в профільній школі варто розпочинати вже на етапі добору і розробки експериментальних завдань для учнів. Вагома роль у такому забезпеченні належить перенесенню методів і форм виконання окремих операцій і методів експериментування, сформованих у процесі вивчення фізики в основній школі для поглиблення в старшій школі.

**Висновки.** Створення і постановка різнорівневих завдань з фізики за вільним вибором учня має задовольняти і сприяти вирішенню таких умов: можливість вибору

виконання роботи з різним обладнанням; виконання завдання різними способами і порівняння їх ефективності; оцінка якості і ефективності використання того чи іншого обладнання; дослідження залежності між фізичними величинами; визначення інших умов для виконання завдання.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Анофрикова С. В. Не учить самостоятельности, а создавать условия для её проявления / Анофрикова С. В. // Физика в школе. – 1995. – № 3. – С. 38–46.
2. Богоявленская Д. Б. О предмете и методе исследования творческих способностей / Диана Борисона Богоявленская // Психологический журнал. – 1995. – Т. 16. - № 5. – С. 49–58.
3. Вовкотруб В. П. Ергономіка навчального фізичного експерименту / Вовкотруб В. П. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. – 308 с. – ISBN – 966-8089-332.
4. Вовкотруб В.П. Ергономічний підхід до розвитку шкільного фізичного експерименту. Монографія.- Київ, 2002.- 280 с.
5. Вовкотруб В. П. Вступ до навчального фізичного експерименту / В. П. Вовкотруб, Н.О. Ментова., Н.В. Подопрігора. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2007. – 155 с.
6. Егоров А. С. Психология умственного труда / А. С. Егоров, В. П. Зарядский. – Л. : ЛГУ, 1973. – 210 с.
7. Коробова І. В. Рівневий підхід до виконання лабораторних робіт як умова розвитку творчого мислення учнів / Коробова І. В. // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – № 4. – С. 45–47.
8. Наумчик В. Н. Наглядность в демонстрационном эксперименте по физике: эргон. подход / Наумчик В. Н., Саржевский А. М. – Мн. : БГУ, 1983. – 96 с.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Вовкотруб Віктор Павлович** – доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* удосконалення навчального фізичного експерименту.

## ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕПЛОВИХ ХВИЛЬ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ОСОБИСТОСТІ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ТА ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

Олег ВОЛЧАНСЬКИЙ

*У роботі аналізується вивчення студентами хвильових процесів у вузівській лабораторії. Пропонується доповнити його дослідженням властивостей теплових хвиль. Представлена віртуальна лабораторна робота по вивченню теплових хвиль.*

*The studying of wave processes by students in a teaching laboratory is under analysis in the work. It suggests to add the investigation of the thermal wave properties into the syllabus. The virtual installation scheme for thermal wave properties studying is presented.*

**Постановка проблеми.** Майбутні вчителі фізики та дисциплін природничого циклу (географія, біологія, природознавство) повинні глибоко розуміти наукову сутність природних явищ, що стосуються їхньої спеціальності. Крім того, актуальним є питання практичного спрямування отриманих знань, наприклад, уміння застосовувати інформацію, набуту при вивченні предметів фізико-математичного циклу, для засвоєння відповідних розділів базових дисциплін, що входять до програм тієї чи іншої природничої спеціальності.

Одним із фундаментальних понять у сучасній фізиці є поняття коливальних процесів та розповсюдження їх у просторі у вигляді хвиль. Поряд з елементарними порціями речовини – атомами і молекулами в курсі сучасної фізики впевнено отримали місце кванти механічних коливань – фонони, електромагнітних – фотони, спінових – магнони і т.д. Більше того, при вивченні багатьох явищ мікросвіту доводиться розглядати мікрочастинки не як тіла, а як кванти хвиль де Бройля. Тому важливим є формування у майбутніх вчителів розуміння динаміки

хвильових процесів, універсальності законів коливальних явищ у природі.

**Аналіз попередніх досліджень.** Вивченню хвильових процесів приділяється велика увага в курсі фізики. Виконання відповідних лабораторних робіт заплановано при вивченні розділів “Механіка”, “Електрика і магнетизм”, “Оптика”, “Атомна та ядерна фізика” [1]. На жаль, при всій різноманітності досліджуваних властивостей коливань та явищ, що супроводжують їх розповсюдження (інтерференція, дифракція, поляризація, затухання, розсіяння, дисперсія, закони фотоефекту, дискретність спектрів атомів і молекул і т.д.) в лабораторних роботах з загального курсу фізики традиційно працюють тільки з двома видами хвиль: механічними та електромагнітними [2].

**Виділення невирішених раніше частин проблеми.** Водночас поза межами лабораторного практикуму залишаються інші типи хвиль, зокрема такий цікавий вид, як теплові. Теплові хвилі виникають при модульованому в часі нагріванні зразка. Результуючі коливання температури, що поширюються від місця нагріву, отримали назву теплових або температурних хвиль [3]. Особливістю цих хвиль, на відміну від акустичних та електромагнітних, є сильне затухання (порядку 500 разів на довжині хвилі  $\lambda_T$ ), а також залежність  $\lambda_T$  та фазової швидкості від частоти модуляції джерела нагріву ( $\lambda_T \sim \omega^{-1/2}$ ). Ця унікальна властивість робить теплові хвилі незамінним інструментом при пошаровій безруйнівній діагностиці невеликих за розмірами об’єктів,



наприклад, виробів мікроелектроніки [4, 5].

**Формулювання мети статті.** В даній роботі пропонується доповнити програму курсу загальної фізики вивченням властивостей теплових хвиль, зокрема роботою лабораторного практикуму. Окрім збільшення обсягу знань студентів про хвильові процеси, вивчення даного типу хвиль дозволило б поліпшити викладання розділу “Термодинаміка та молекулярна фізика”, у якому експериментальне дослідження хвильових процесів зводиться лише до використання звукових хвиль при вимірюванні теплоємності [2].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** При вивченні теплових хвиль студенти мають можливість спиратися на раніше засвоєну у розділі «Механіка» інформацію:

1. Фізика хвильового процесу.

2. Основні характеристики хвилі: довжина хвилі, амплітуда, період, частота, фаза, рівняння хвильового фронту, фазова та групова швидкості хвилі.

3. Відбивання, інтерференція та дифракція хвиль.

4. Енергетичні характеристики хвильового процесу.

Для отримання якісної картини умов виникнення і розповсюдження теплових потоків доцільно розглянути одновимірне рівняння теплопровідності для випадку, коли в деякому середовищі в напрямку осі  $x$  відбувається тепловий потік густиною  $\vec{j}(x, t)$ . Виділимо в цьому напрямку циліндр площею поперечного перерізу  $S$  та висотою  $dx$  (Рис.1).

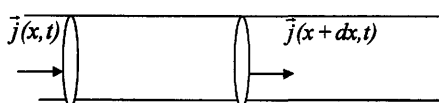


Рис. 1.

Кількість теплоти, що надходить до циліндру через ліву основу за час  $dt$

дорівнює  $j(x, t)Sdt$ . За цей же час через праву основу виходить кількість теплоти  $j(x + dx, t)Sdt$ . Тоді кількість теплоти, що залишається в циліндрі:

$$dq = (j(x, t) - j(x + dx, t))Sdt = -\frac{dj}{dx} Sdxdt. \quad (1)$$

З іншого боку, за означенням теплоємності  $dq = Cdm dT$ , де  $dm = \rho Sdx$  – маса циліндра,  $C$  – питома теплоємність,  $dT$  – збільшення температури, тобто

$$dq = Cp Sdx dT \quad (2)$$

Порівнюючи рівняння (1) та (2) отримуємо:

$$Cp \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial j}{\partial x} \quad (3)$$

Враховавши, що потік тепла пропорційний градієнту температури і напрямлений у бік її зменшення ( $j = -\chi \frac{\partial T}{\partial x}$ , де  $\chi$  – коефіцієнт теплопровідності), остаточно запишемо однорідне рівняння теплопровідності:

$$Cp \frac{\partial T}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (4)$$

Якщо в середовищі присутні джерела тепла, то в рівнянні теплопровідності додатково з'явиться об'ємна густина потужності тепловиділення  $w = \frac{\partial^2 q}{\partial t \partial x}$ :

$$Cp \frac{\partial T}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + w. \quad (5)$$

Щоб отримати якісне уявлення про виникнення і властивості теплових хвиль в конденсованому середовищі, розглянемо наступну найпростішу одновимірну модель. Нехай поверхня напівнескінченного ізотропного твердого тіла розташована в площині  $x=0$  і рівномірно освітлюється світлом, модульованим за інтенсивністю по закону:

$$I = I_0(1 + \cos(\omega t))/2. \quad (6)$$

Для спрощення розрахунків розв'яжемо задачу у комплексному

вигляді. Припустивши, що вся поглинута світлова енергія перетворюється в теплову, можемо записати рівняння теплопровідності:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} - \chi \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \alpha \frac{I_0}{2} e^{-\alpha x} e^{i\omega t}, \quad (7)$$

де  $c$ ,  $\rho$ ,  $\chi$  і  $\alpha$ - питомі теплоємність і густина, теплопровідність і коефіцієнт оптичного поглинання матеріалу,  $T$  - модульована температура зразка.

Відкинувши із фізичних міркувань доданок із зростаючою вглиб зразка температурою і нехтуючи тепловідводом у навколишнє середовище, отримуємо змінну температуру на глибині  $x$  у комплексному вигляді:

$$T(x,t) = \frac{\alpha I_0}{2\chi(\eta^2 - \alpha^2)} (e^{-\alpha x} e^{i\omega t} - \frac{\alpha}{\eta} e^{-x/l} e^{i(\omega t - x/l)}) = T_1 + T_2 \quad (8)$$

$$\text{де } \eta = (1+i)(\omega c\rho/2\chi)^{1/2} = \frac{(1+i)}{l};$$

$$l = (2\chi/\omega c\rho)^{1/2}.$$

Перший доданок ( $T_1$ ) описує коливання температури, зумовлені поглинанням світла в даній точці, а другий ( $T_2$ ) відповідає теплу, що надійшло від інших ділянок середовища і описує власне теплову хвилю. Видно, що на відміну від електромагнітних і акустичних хвиль, у рівнянні теплової хвилі явно присутнє у явному вигляді затухання амплітуди з глибиною:

$$T_2(x) = T(0)e^{-x/l} \cos(\omega t - x/l) \quad (9)$$

Довжина теплової дифузії  $l = (2\chi/\omega c\rho)^{1/2}$  відповідає глибині затухання хвилі в  $e$  разів. Із рівняння поверхні рівної фази  $\phi = \omega t - x/l$  можна отримати, що швидкість хвильового фронту:  $v = \omega l = (2\omega\chi/c\rho)^{1/2}$  залежить від частоти модуляції падаючого світла. Довжина хвилі  $\lambda = vT = 2\pi l$ , тобто тепла хвиля затухає на своїй довжині  $\lambda$  в  $e^{2\pi} \approx 500$  разів.

Застосуємо отримані результати до теплових хвиль, що збуджуються в поверхневому шарі Землі добовими й

річними коливаннями освітленості її поверхні Сонцем. Для спрощення вважатимемо, що сонячне світло досить добре поглинається земною поверхнею ( $\alpha \gg \eta$ ), а коливання освітленості носять гармонійний характер. Тоді коливання температури на глибині  $x$ :

$$T(x,t) = \frac{I_0}{2\chi\eta} e^{-x/l} e^{i\omega t}. \quad (10)$$

Періодами таких коливань у нашій задачі будуть відповідно доба та рік. Глибина проникнення добових та річних температурних хвиль згідно з формулою (9) пов'язані співвідношенням

$$l_{\text{річна}}/l_{\text{добова}} = (T_{\text{річний}}/T_{\text{добовий}})^{1/2} = 365^{1/2} = 19. \quad (11)$$

Аналогічне співвідношення характерне й для швидкостей поширення даних хвиль. Дійсно, експериментально було встановлено, що коливання температури, зумовлені нагріванням земної поверхні вдень і охолодженням уночі не впливають на температуру Землі вже на глибині 1м, а сезонні – на глибині 20 м [3, с.179]. Глибше температура Землі зовсім не залежить від теплових коливань на її поверхні. Викладення даного матеріалу повинно роз'яснити майбутнім фізикам, географам, природознавцям відомий їм факт, що сезонні коливання температури земної поверхні проникають тільки на досить незначні глибини.

Сильне затухання теплових хвиль дозволяє використовувати їх як унікальний інструмент при пошаровій діагностиці оптично непрозорих невеликих за розмірами об'єктів, наприклад, виробів мікроелектроніки [4]. На досліджуваний зразок направляють добре сфокусоване і модульоване за інтенсивністю випромінювання. В ділянці модульованого нагріву середовища створюється своєрідний “тепловий зонд”, переміщуючи який можна досліджувати внутрішню будову зразка,

виявляючи місця неоднорідності його теплових властивостей (тріщини, порожнини, фазові межі і т.д.). Причому розмірами зонду, а також глибиною зондування, можна згідно з формулою  $l = (2\chi/\omega\text{ср})^{1/2}$  керувати, змінюючи частоту модуляції джерела нагріву  $\omega$ .

Водночас, сильне затухання теплових хвиль робить практично неможливим безпосередню реєстрацію (наприклад піроелектричними

датчиками) при їх вивченні в лабораторії, що ставить, на перший погляд, велику перепону для їх застосування. На звукових та ультразвукових частотах глибина затухання теплових хвиль в конденсованому середовищі сягає від 1 см (для частот порядку 10 Гц) до 1 мкм для частот порядку 10 МГц. Відповідні величини для алюмінію, кремнію та германію наведені в табл.1.

Табл.1.

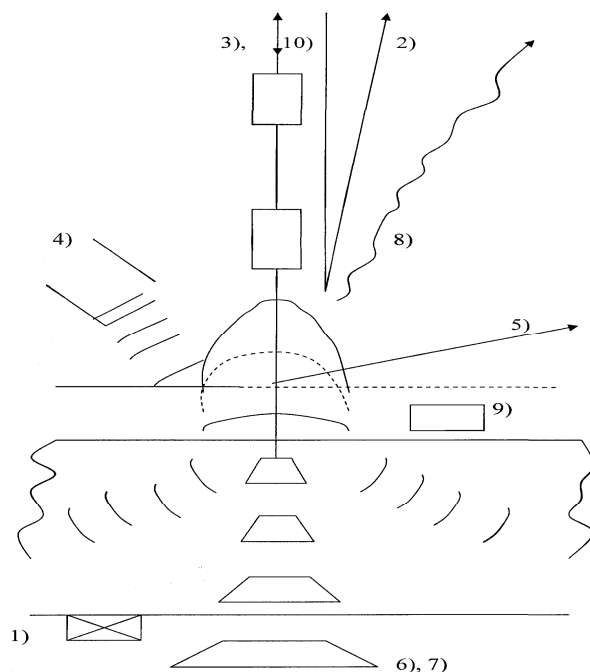
Матеріал	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Питома тепло- ємність, кДж/кгК	Тепло- провід- ність, Дж/м·с К	Довжина теплової дифузії $l = (2\chi/\omega\text{ср})^{1/2}$ , мкм на різних частотах модуляції ( $\nu = \omega/2\pi$ )				
				$\nu=10$ Гц	$\nu=10^2$ Гц	$\nu=10^3$ Гц	$\nu=10^4$ Гц	$\nu=10^5$ Гц
Al	2700	0,88	2,01	1870	590	187	59	18,7
Si	2330	0,70	1,89	1900	610	190	61	19,0
Ge	5320	0,70	0,71	3670	1160	367	116	36,7

Однак, існує досить багато методів [5], які дозволяють фіксувати об'ємний розподіл нестационарних теплових полів за рахунок супутніх фізичних явищ.

На рис.2. наведена зведена схема, що зображає механізм детектування теплових хвиль різними методами:

1 – реєстрація акустичного зміщення поверхні зразка п'єзоелектричним перетворювачем, що знаходиться з ним в безпосередньому контакті;

2 – реєстрація відбивання пробного пучка при деформації поверхні зразка;



- 1)- метод п'єзодатчика;
- 2)- метод реєстрації кута фотовідбивання;
- 3)- інтерференційний метод;
- 4)- газомікрофонний метод;
- 5)- метод ефекту міражу
- 6)- метод термолінзи;
- 7)- метод рефракційної інтерферометрії;
- 8)- метод фототермічної радіометрії
- 9)- контактне вимірювання температури;
- 10)- метод фотовідбивання.

Рис.2.

3 – інтерференційний метод, що реєструє зміну різниці ходу відбитого пробного пучка при зміщенні поверхні зразка.

4 – газомікрофонний метод – мікрофон реєструє акустичні хвилі, що виникають при тепловому розширенні шару газу, що прилягає до зразка;

5 – метод ефекту міражу (фотодефлекційний метод) – детектування відхилення пробного променя при проходженні його через область з градієнтом показника заломлення, що викликаний модульованим нагрівом зразка;

6 – метод термолінзи – термоіндукований градієнт показника заломлення викликає розфокусування пробного пучка, що проходить через ділянку змінного нагріву;

7 – рефракційна інтерферометрія - інтерферометром реєструють фазову затримку пробного пучка хвиль при його проходженні скрізь ділянку середовища з градієнтом показника заломлення;

8 – метод фототермічної радіометрії – реєстрація теплового випромінювання зразка, викликаним модульованою зміною його температури;

9 – контактні методи вимірювання модульованої температури поверхні зразка (піротатчики, термопари, термістора, болометри і т.д.);

10 – реєстрування з допомогою пробного променя показника відбивання показника при нагріванні.

Аналіз літератури показує, що найбільш розповсюдженим методом дослідження властивостей теплових хвиль є метод п'єзодатчика, коли п'єзоелектричний перетворювач, що знаходиться в безпосередньому контакті зі зразком, реєструє акустичні хвилі, що виникають всередині зразка за рахунок термопружного розширення в ділянці модульованого нагріву (метод

1 на рис.2). Хоча метод п'єзодатчика і є одним з найпростіших у фототермоакустиці, однак на практиці для отримання прийняттого рівня акустичного сигналу доводиться використовувати достатньо потужні лазери та високочутливу вимірювальну апаратуру. Не дуже просто також здійснити амплітудну модуляцію випромінювання лазера з можливістю змінювати її в необхідному діапазоні частот. Далеко не кожен навчальний заклад може дозволити собі створити таку установку в навчальній лабораторії. Приємним винятком є фізичний факультет Київського національного університету ім. Т.Шевченка, де така установка створена і використовується в навчальному процесі [6].

У даній статті пропонується використання віртуальної лабораторної роботи, за допомогою якої можна було б моделювати експеримент для вивчення властивостей теплових хвиль. В роботі вивчається сильнозатухаючий характер теплових хвиль і залежність глибини затухання від частоти. Модельні зразки являють собою пластинки із різних матеріалів (алюміній, кремній, германій), всередині яких на різних глибинах створені порожнини, як показано на умовному розрізі зразка (рис. 3), пустоти показані темним кольором).

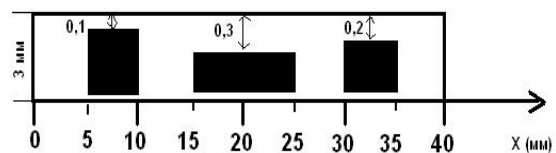


Рис.3

На першому етапі після запуску програми і ознайомлення з блок-схемою установки студентам пропонується задати параметри експерименту: матеріал зразка, топологія залягання ділянок з порушеними тепловими властивостями,

частота модуляції (рис.4). Після цього іде запуск сканування поверхні зразка фокусованим лазерним пучком і автоматична побудова комп'ютером графіку залежності сигналу п'єзодатчика від положення зондуючого променя. На тих ділянках зразка, де теплова хвиля починає розсіюватись на підповерхневому дефекті, змінюється сигнал п'єзодатчика.

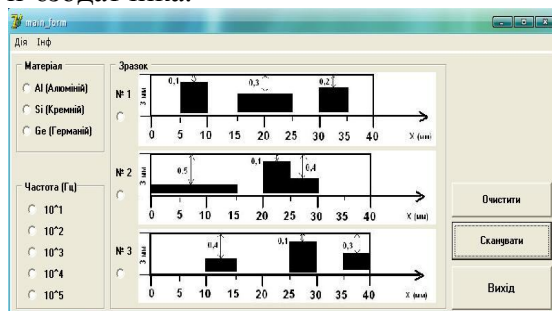


Рис.4

Як приклад на рис. 5 наведені отримані за допомогою описаної програми термохвильові топографи алюмінієвого зразка на двох різних частотах модуляції.

Із топограми, знятої на частоті 100 Гц (рис. 5 (а)) видно, що сигнал суттєво зростає там, де лазерний пучок зондує ділянки з погіршеними умовами відводу тепла (підповерхнева порожнечка). Топограма на частоті 1000 Гц для того ж зразка наведена на рис.5(б). В цьому випадку глибина проникнення теплової хвилі менше від глибини залягання більшості дефектів. З малюнку видно, що сигнал від всіх ділянок практично однаковий, а значить "тепловий зонд" майже "не відчуває" ніяких порушень структури зразка.

На основі цих даних визначається довжина теплової хвилі на різних частотах модуляції і порівнюються з розрахунковими. Робиться висновок про сильнозатухаючий характер теплових хвиль і залежність їх довжини та глибини затухання та від частоти модуляції джерела нагріву.

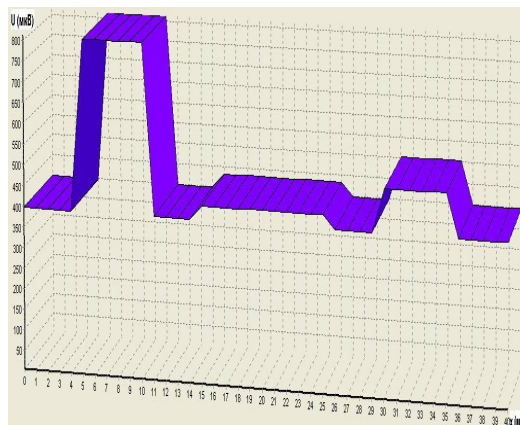


Рис. 5 (а), частота модуляції 100 Гц

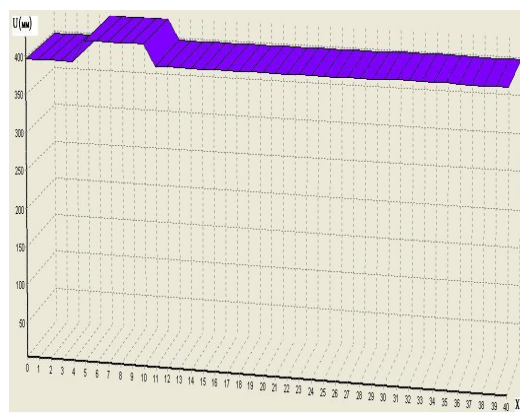


Рис. 5 (б), частота модуляції 1000 Гц

### Висновки з даного дослідження.

Виконання запропонованих у даній роботі досліджень дозволить студентам глибше вивчити особливості хвильових процесів та краще досягнути універсальності коливальних процесів в природі на прикладі теплових хвиль, а також закріпити знання розділу «Термодинаміка».

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Програми для фізико-математичних факультетів педінститутів. Зб.№ 2. За заг ред. М.І.Шкіля та Г.П.Грищенка. – К.: РОВО "Укрвузполіграф", 1992 – 144 с.
2. Лабораторный практикум по общей физике (под ред. Е.М.Гершензона, Н.Н.Малова. – М.: Просвещение, 1985. – 351 с.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2 – М.: Наука, 1975. – 551 с.
4. Rosencwaig A. Thermal wave microscopy with photoacoustics // J.Appl.Phys. – 1980. – Vol.51, №4. – P.2210-2211.

5. Жаров В.П., Летохов В.С. Лазерная оптико-акустическая спектроскопия – М.: Наука, 1975. – 320 с

6. Волчанський О.В., Кузьмич А.Г. Стенд для вивчення властивостей теплових хвиль за допомогою термоелектричного ефекту // Наукові записки.- Випуск 77.- Серія: Педагогічні науки. - Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка.- 2008. - Частина 1, С.311-315.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Волчанський Олег Володимирович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* фототермічні та фотоакустичні явища в напівпровідниках, методика викладання фізики, реформування вищої освіти України.

## ОКРЕМІ АСПЕКТИ СПІВВІДНОШЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗНАННЯ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

**Олександра ГУР'ЄВСЬКА**

*У статті розглядається важливість знайдення оптимального співвідношення між фундаменталізацією і професійною спрямованістю освіти у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики в педагогічному вузі. Встановлюється співвідношення фундаментального та технологічного знання в змісті курсу фізики та методики її навчання.*

*In the article importance of finding of optimum betweenness is examined fundamentalization and professional orientation of education in the pedagogical institute of higher. Correlated fundamental and technological knowledge in maintenance of studies of physics.*

#### **Постановка проблеми.**

Об'єктивні процеси та соціальні перебудови в суспільстві, які останнім часом пов'язані з розвитком демократизації в Україні, поставили перед педагогічною наукою комплекс проблем. Зокрема, заслуговує уваги проблема модернізації вищої педагогічної освіти, забезпечення науково обґрунтованих змін у стратегіях і структурі освітньої галузі в цілому, пошук нового змісту, методів, форм навчання і технологій реалізації цих змін при підготовці майбутніх учителів й утвердження професіоналізму в системі освіти. Пріоритетним у сучасній системі освіти є підхід, що орієнтований на інтереси особистості студента, адекватні

сучасним тенденціям суспільного розвитку і спрямовані на реалізацію активних форм взаємодії суб'єктів навчально-виховного процесу.

Перспективні напрямки розвитку освіти стосуються і характерні для торкаються навчання фізики. Однак сучасні потреби особистості студента в інтелектуальному, світоглядному і духовно-культурному збагаченні у процесі навчання фізики та реальні можливості освітнього середовища вищих педагогічних навчальних закладів є суперечливими. Розвиток науки фізики та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), перехід загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ) до профільної освіти педагогічних університетів до ступеневої в умовах безперервної відкритої фізичної освіти, заснованої на особистісно-орієнтованому навчанні, потребують перегляду теоретико-методичних засад традиційного підходу і створення на цій основі нової моделі навчання фізики.

Модернізована освітня парадигма, орієнтована на створення умов для розвитку особистості і фундаменталізації наукового знання (перенесення акцентів на теоретичні методи пізнання – ідеалізацію,

абстрагування, аналогію, узагальнення), змінює цільові установки вищої фізичної освіти. Першорядну роль тут мають відігравати інтегративні дисциплінарні та міждисциплінарні курси, які відображають фундаментальні знання, що є базою для формування загальної культури фізичних знань, яка є теоретичною основою розгортання прикладних досліджень і розробок. Мова йде про такі знання з фізики, які здатні формувати цілісний, енциклопедичний погляд на сучасний світ і місце людини в ньому. Тому у педагогічному ВНЗ важливо знайти оптимальне співвідношення між фундаменталізацією і професійною спрямованістю фізичної освіти. Під час формування окремих аспектів у співвідношенні фундаментального і технологічного компонентів знання, що є особливо важливим для вчителя фізики, при цьому варто виходити з того, що фізика стала безпосередньою продуктивною силою розвитку суспільства, вона є лідером сучасного природознавства, її теорії та методи дослідження проникли в різні галузі наукової і практичної діяльності людини. Фізика є теоретичною основою сучасної техніки, досить важливим компонентом загальнолюдської культури, вона суттєво впливає на розвиток мислення та формування світогляду людини, робить значний внесок в екологічне, моральне та естетичне виховання молоді.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання підготовки вчителя фізики розроблялися в дослідженнях П.С.Атаманчука, Н.А.Бабаєвої, О.І.Бугайова, Г.Ф.Бушка, С.П.Величка, В.П. Вовкотруба, С.У.Гончаренка, Є.В.Коршака, О.І.Ляшенка, В.І.Нечета, А.І.Павленка, Ю.А.Пасічника, В.Ф.Савченка, О.В.Сергєєва, І.І.Тичини, А.Т.Цветкової, М.І.Шута та ін. Завдяки

цим дослідженням розроблено професіограму, цілі, структуру і зміст підготовки майбутнього вчителя фізики, форми, методи і засоби навчання студентів-фізиків, удосконалено навчальні плани і програми, введено ступеневу систему підготовки.

З метою встановлення співвідношення між фундаментальними та технологічними знаннями у вищому педагогічному закладі було проаналізовано галузевий стандарт вищої освіти [2], програми з курсу загальної фізики, теоретичної фізики, електрорадіотехніки. Виявилось, що на вивчення фундаментальних дисциплін відводиться 59% всього навчального часу, а на вивчення дисциплін технологічного спрямування відповідно 41%. На жаль, з кінця ХХ століття з'явилася помітна тенденція до скорочення годин на вивчення фізики в навчальних планах середніх шкіл та вищих педагогічних закладів [8]. При цьому слід відмітити, що за рахунок інтенсифікації навчального процесу обсяг знань з курсу загальної фізики залишився незмінним, кількість годин відведених на вивчення теоретичної фізики не змінився, хоча й дисципліна зазнала помітних змін.

**Виклад основного матеріалу.** Очевидно, що філософський аналіз понять «фундаментальне» та «технологічне» знання дозволить більш повно репрезентувати, з одного боку, процес продукування наукових знань, їхнього впровадження не лише у виробничу, але й в інші види діяльності, а з іншого – вплив соціокультурних факторів на формування і способи функціонування фундаментального та прикладного фізичного знання в сучасному суспільстві. З цього випливає завдання переосмислення понять, термінів, програм, методів, підходів та інших методологічних аспектів науки.

Плідні ідеї щодо диференціації конкретних наук на фундаментальні й прикладні і їхньої ролі в науково-технічному прогресі та подальшому розвитку наукового знання висловлювали вітчизняні й зарубіжні вчені-природознавці М.Г. Басов, І.І. Блехман, Д.І. Блохінцев, О.М. Боголюбов, В.І. Вернадський, В. Гейзенберг, В.М. Глушков, П.Л. Капіца, М. Клайн, Д.П. Костомаров, Л.Д. Ландау, Л.І. Мандельштам, А.Д. Мишкіс, М.М. Моїсєєв, Я.Г. Пановко, А.М. Прохоров, О.А. Самарський, О.М. Тихонов, Л. Флек, Е. Фромм, Е. Шредінгер та інші.

Загальноприйнято вважати, що фундаментальні науки пов'язані з вивченням універсальних закономірностей. Будь-яке технологічне наукове знання зростає із фундаментального й орієнтоване на знання технологічне. Найбільш повне наукове уявлення про досліджуване явище чи об'єкт формується за результатами їх діалектичного синтезу. Природа і соціум являють собою цілісне природне утворення, яке сформувалося незалежно від свідомості і волі людини, тому важливо розглянути єдине фундаментальне знання, яке охоплює знання про природу і суспільство. Такий підхід (єдине природознавство і суспільствознавство) є актуальним для вирішення різних проблем, що виникають перед людством. Особливість фундаментального знання і полягає у виявленні природних механізмів функціонування природи і суспільства. Згідно з принципом технологічності, навколишній світ і соціум розглядаються з проєктувальних, штучних позицій. Особливо незвичний проєктувальний погляд на природу, бо досліджуючи природне явище як процес нібито спроектований, людина як би намагається зрозуміти природу зсередини, злитися з нею воєдино,

зрозуміти її внутрішні механізми. При цьому зростає значення аналізу та соціальних технологій, пов'язаних з проєктуванням і конструюванням різних видів людської діяльності. Тому постає важливе завдання: поєднати природні та соціальні технології, спроектувати, а потім сконструювати загальні моделі для вивчення навколишнього світу, суспільних процесів і явищ.

На завершальному етапі отримання наукового знання, пов'язаного з процесами інтеграції фундаментального і технологічного знання, передбачається не лише узагальнення наукового матеріалу, але і його методологічне усвідомлення. Основним методологічним інтегративним принципом повинна бути, на наш погляд, творчість. Сенс тут полягає в тому, щоб поступово органічно увійти в природні процеси, створюючи на цій основі такі техногенні штучні побудови, які не руйнували б умови життя і діяльності людини. Необхідно посилювати творчу роль науки, що і являє собою вищу мету, яка повинна об'єднати все людство в цілому, бо це та загальна справа, перед обличчям якої нівелюються всі інтереси: особисті, станові, народні [1, с. 20].

Тривалий час в офіційній науковій галузі спостерігається дуалізм: фундаментальні дослідження – прикладні дослідження. Перші виявляють у чистому вигляді закономірності природи і суспільства, а другі – знаходять способи застосування на практиці того, що пізнане теоретичними науками. Цього погляду дотримуються багато відомих вчених, що визначають науково-технічну політику. Ще в XIX ст. В.І. Даль поряд з чистою наукою виділяв науку прикладну, досвідчену, її практичну частину [3, с. 418].

Відповідно до даної концепції, фундаментальні науки є теоретичними,



прикладні ж – не мають власного теоретико-пізнавального сенсу і зводяться, по суті, до певних технологічних методик впровадження результатів фундаментальних наук у виробництво і практику. Однак при такому підході виходить, що існує тільки один клас фундаментальних наук, а прикладні являють собою науково-методичні пошуки в рамках тієї чи іншої науки. До таких висновків приходять академік Б. М. Кедров [5, с. 40]. Він розгортає класифікаційні системи фундаментальних наук та прикладних, позбавлених свого власного предмета дослідження. Наприклад, за розвитку таких фундаментальних наук, як математика, фізика, хімія починається прогрес прикладних. При цьому до прикладних приєднуються і такі науки, які ледь-ледь можна включити в прикладні галузі природознавства: медичні, сільськогосподарські, технічні та інші. До недавнього часу такий підхід був якоюсь мірою виправданий, оскільки зв'язок між наукою і виробництвом не носив такого диференційованого характеру, як зараз.

В останні десятиліття створюються різні науково-виробничі комплекси, починають бурхливо розвиватися логіко-методологічні дослідження наукового знання як загального, так і спеціального характеру. Інтенсивно досліджуються технічне, медичне, військове, економічне знання, і стає очевидним, що вони мають свою власну теорію, а отже, властивий тільки їм предмет дослідження. Поряд з фундаментальними з'являються науки, тісно пов'язані як з організацією виробництва, так і з невиробничими сферами діяльності людини. Це технологічні науки, що досліджують організовані процеси перетворення природного в штучне. Тому доцільно перейти від варіанту дуалізму "фундаментальне - прикладне" до

варіанту "фундаментальне - технологічне". Фундаментальним наукам протистоять технологічні, що досліджують об'єкти (процеси) штучні, які проектується, організовані людиною. І технологічні, і фундаментальні науки мають свої пошукові та прикладні дослідження.

Ф. М. Сарагоса запроваджує більш детальну класифікацію: 1) фундаментальне, вільне (чисте) дослідження, позбавлене конкретної практичної мети; 2) цільове фундаментальне дослідження, коли вчений не має повної свободи в постановці цілей; 3) прикладне дослідження, що відрізняється від фундаментального тим, що переслідує практичну мету [7, с. 223 - 233]. Прикладне в рамках фундаментальних наук – це по суті додаток досить загальних абстрактних теорій до аналізу менш загальних і абстрактних. Наприклад, у сучасній фізиці до фундаментальних відносять класичну механіку Ньютона, термодинаміку, електродинаміку, квантову механіку та інші. Фізика – атомна, молекулярна, твердого тіла, плазми, квантова електроніка та ін.. відносяться до прикладних. У даному випадку умови дії фундаментальних законів враховуються із зростаючою повнотою. У свою чергу, кожна з названих фундаментально-прикладних дисциплін має свої технологічні відгалуження. Наприклад, атомна фізика має розвинуті галузі, пов'язані з атомною енергетикою, а остання, у свою чергу, використовує досягнення атомної фізики для вирішення практичних завдань. Разом з тим вона вирішує і свої теоретичні завдання, тому можна сказати, що є переважно наукою технологічної, що має свої пошукові та прикладні відгалуження. У сучасній науці постійно відбувається перетворення прикладних галузей фундаментального знання в

технологічне. Однак це можливо лише в тому випадку, якщо фундаментально-прикладне знання "відчуває" свою теорію, теорію штучного, і в результаті виступає як інструмент організації тих чи інших виробничих або невиробничих завдань. Між фундаментальними і технологічними знаннями, не дивлячись на зовнішню схожість, існує принципова відмінність. Фундаментальні знання є результатом пошукових і прикладних досліджень природних (природних і соціальних) об'єктів.

Фундаментальні пошуки носять досить опосередкований характер, граничні умови проведення дослідження дуже невизначені. На думку відомого фізика Я.Б.Зельдовича: "Фундаментальні дослідження ставлять собі за мету пізнання, створення картини мікро- і макросвіту без наперед визначених практичних завдань" [4, с. 42]. Прикладні ж розробки в рамках фундаментальних наук носять конкретний, технологічний характер. Пошуково-прикладні дослідження зберігають органічний зв'язок з фундаментально-прикладними і разом з тим вони обмежені структурно-функціональними характеристиками об'єкта. Технологічні дослідження орієнтовані на отримання знань про перетворення природних об'єктів у штучні, особливим чином функціонують у тих чи інших галузях людської діяльності. Технологічні знання націлені на проектно-конструкторську діяльність, пов'язану з випуском нової продукції. Часто висловлюються припущення про нездатність сучасної фундаментальної науки забезпечити розвиток технологічних розробок по всьому фронту науково-технічних проблем. Ми вважаємо, що ці припущення безпідставні, бо не можна зводити фундаментальну науку до

технологічної, що неминуче призведе до послаблення їх позицій.

Незважаючи на існуючі розмежування між розглянутими видами знань, вони становлять різні аспекти єдиного цілого, бо немає абсолютно фундаментальних або абсолютно технологічних знань. Є сенс говорити тільки про переважання одних чи інших в залежності від тих функцій, які вони виконують [6, с. 83 – 84]. Грань між фундаментально-прикладними галузями науки і технологічного знання досить хитка і невизначена. Безумовно різними будуть лише граничні точки фундаментального і технологічного: для перших - це знання про універсальність у природних закономірностях, для других характерними є дослідно-конструкторські розробки.

Система вищої освіти, зазвичай, орієнтована на форму підготовки фахівця, що надає йому лише знання, котре означає прагматичне і формальне використання освоєної сукупності істин. Однак, реформи освіти являють собою досить складну соціальну технологію. Це переважно комплекс досягнень, часткових успіхів і недосягнутих цілей, з одного боку, і передбачуваних або несподіваних, позитивних, а іноді негативних результатів, з іншого. Система освіти в сучасному розумінні остаточно склалася тільки в XIX ст., хоча елементи навчання (демонстрації досвіду і діяльності тощо) склалися ще в архаїчній культурі, а ідея утворення, цілі, відповідний їх зміст формувалися в XVII-XVIII ст. У працях Я.А.Коменського, Ж.Ж.Руссо та ін привалює уявлення про орієнтацію системи підготовки людини на природу. Все це зумовилось вимогами формування фахівця, але не особистості, а також відносинами управління (керівництва і

підпорядкування), характерними для здійснення виробничих процесів.

**Висновки.** Сучасному ж суспільству необхідна не просто людина, яка знає лише, а ще й розуміє специфіку буття, інші культури, здатна вписатися в складний навколишній світ. Тому система освіти, і зокрема фізичної, повинна мати характер випереджального розвитку і продовжувати традицію освіти, що склалася в другій половині XIX - початку XX ст., відмовитися від класичної освіти, модернізувати традиційні освітні технології з урахуванням нових вимог життя. Зазначене є особливо важливим для підготовки майбутніх вчителів фізики у педагогічних ВНЗ та підвищення їхньої кваліфікації.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Вернадский В. И. Размышления натуралиста. – Т. 2. – / Владимир Иванович Вернадский. – М.: Наука, 1977. – 192 с.
2. Галузеві стандарти вищої освіти. Напрямок підготовки 0101 Педагогічна освіта. Спеціальність: 6070100 Педагогіка і методика середньої освіти. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра. Програма підготовки бакалавра / [Грищенко Г.П., Андронов В.М., Шут М.І. та ін.]. – К., 2003. – 74 с.

3. Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского слова. – Т. 3. – / Владимир Иванович Даль. – М.: Русский язык, 1980. – 380с.

4. Зельдович Я.Б. Социальное общечеловеческое значение фундаментальной науки / Я.Б. Зельдович // Философия, естествознание, социальное развитие. – М.: Наука, 1985. – № 6. – С. 57-62.

5. Кедров Б. М. О творчестве в науке и технике/ Бонифатий Иванович Кедров . – М.: Молодая гвардия, 1987 – 136 с.

6. Московченко А.Д. Проблема интеграции фундаментального и технологического знания: дис. ... доктора фил. наук: 09.00.01. / Александр Дмитриевич Московченко. – Томск, 1994. – 265 с

7. Сарагоса Ф. М. Завтра всегда поздно. / Федерико Майор Сарагоса – М: Прогресс, 1989 – 320 с.

8. Сергієнко В.П. Реалізація компетентнісного підходу в підготовці майбутнього вчителя фізики: стан і перспективи. [Електронний ресурс] / В.П.Сергієнко // Інформаційні технології та засоби навчання : електронне наукове фахове видання. - 2009. - № 6(14) - Режим доступу до журн. : <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/index.html>.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Гур'євська Олександра Миколаївна** - аспірант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету ім.В.Винниченка.

*Наукові інтереси:* методика викладання теоретичної фізики в сучасному освітньому середовищі.

## МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВОГО ДУАЛІЗМУ МАТЕРІЇ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

**Андрій ДРОБІН**

*У статті розглянуто шляхи удосконалення змісту шкільного курсу фізики через вивчення «Корпускулярно-хвильового дуалізму матерії», подано основні методичні моменти вивчення цього поняття, завдання, що стоять перед вчителем при викладанні цього навчального матеріалу та висновки, що мають бути свідомо зроблені учнями внаслідок вивчення цього поняття.*

*In the article the ways of improvement of maintenance of school course of physics are*

*considered through the study of «Wave-corpuscle dualism of matter», the basic methodical moments of study of this concept, tasks, which stand before a teacher at teaching of this educational material and conclusions which must be consciously done students as a result of study of this concept, are given.*

**Постановка проблеми.** Останні 30 років у радянській, а згодом і в українській загальноосвітній школі

відбуває перманентний процес удосконалення структури та змісту шкільного курсу фізики відповідно до сучасного рівня розвитку педагогіки, фізичної науки, природничої галузі та потреб суспільства. Для побудови курсу, який відповідав би рівню сучасних досліджень в галузі фізики, вчені В.Г.Разумовський [11], О.І.Бугайов [2], С.Ю.Каменецький [14], М.І.Садовий [13] та інші пропонують структурувати курс фізики в частині виокремлення елементів знань, які є «наскрізними» при вивченні курсу фізики середньої школи. Проте, сучасний стан у вирішенні проблеми О.І.Бугайов окреслює так, що «Розвиток методичної ідеї про визначення наскрізних фізичних понять для вивчення всього курсу фізики середньої школи залишається в стадії дослідження.» [1, с.48].

Таким чином, одним із актуальних питань для шкільного курсу фізики залишається виокремлення наскрізних фізичних понять та розробка методики їх вивчення. Одним із таких наскрізних понять шкільного курсу фізики, на нашу думку, є корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії, притаманний усім типам фундаментальних взаємодій.

#### **Аналіз актуальних досліджень.**

У методиці навчання фізики в середній школі ще не склалася цілісна система вивчення цього поняття, хоч цим питанням займались, наприклад, М.І.Садовий [13], С.П.Величко [3], С.Ю.Каменецький [14] та інші.

Тому метою статті є розгляд одного із варіантів удосконалення змісту шкільного курсу фізики з метою вивчення «корпускулярно-хвильового дуалізму матерії», з'ясування основних методичних аспектів вивчення цього поняття в школі та визначенні завдань, що стоять перед учителем під час

викладання цього навчального матеріалу.

**Основний матеріал.** Дане поняття входить до навчальної програми з фізики та є обов'язковим для вивчення [10]. Вперше поняття корпускулярно-хвильового дуалізму вводиться у 11 класі на завершальному етапі навчання фізики при вивченні теми «Хвильова та квантова оптика», пропедевтичного вивчення даного поняття у шкільному курсі фізики не здійснюється. Корпускулярно-хвильовий дуалізм вводиться як властивість світла. Сутність подвійної природи світла у посібнику С.У.Гончаренка [5] розкривається при узагальненні раніше отриманих властивостей світла та висновків з досліду Комптона. У підручнику Є.В.Коршака [7] поняття корпускулярно-хвильового дуалізму вводиться на початку вивчення теми «Квантова фізика» без належного дослідного обґрунтування та пропедевтики. При подальшому викладенні матеріалу ми бачимо, що у обох підручниках корпускулярно-хвильовий дуалізм є другорядним і не виступає фундаментальним стрижневим поняттям для вивчення наступного матеріалу, який викладений у темі «Атомна та ядерна фізика».

Тому, для формування знань про подвійну природу матерії у шкільному курсі фізики, на нашу думку, потрібно відповідно до концентричної будови курсу доповнити деякими поняттями, які несуть у першому концентрі пропедевтичну функцію, а в другому концентрі - змістовну функцію (див. Табл.1). Необхідність введення саме цих понять у шкільний курс фізики обумовлена тим, що дані поняття загальноприйняті у науковому світі, вони у більшості своїй підтверджені експериментально.

*Таблиця 1.*  
Пропоновані для введення поняття у  
навчальний матеріал.

Клас	Тема	Нові поняття
7 клас	Починаємо вивчати фізику.	Види взаємодій. Гравітаційна сила. Закон Всесвітнього тяжіння. Електромагнітні сили.
	Будова речовини.	Матерія. Речовина і поле. Ядерні сили. Атомні сили. Електрон. Склад ядра атома.
	Світлові явища.	Швидкість поширення світла. Вакуум.
8 клас	Взаємодія тіл.	Макро- і мікросвіт. Гравітаційне поле. Гравітаційні сили. Закон Всесвітнього тяжіння.
	Кількість теплоти. Теплові машини.	Абсолютна шкала температур. Абсолютний нуль температур.
9 клас	Атом. Атомне ядро.	Ядерні сили. Атомні сили. Електричні заряди елементарних частинок.
10 клас	Молекулярна фізика та термодинаміка.	Ентропія. Друге начало термодинаміки. Теплова смерть Всесвіту.
11 клас	Хвильова та квантова оптика.	Випромінювання АЧГ.
	Атомна і ядерна фізика.	Принцип додатковості Бора. Принцип невизначеності Гейзенберга. Статистичний характер причинно-наслідкових зв'язків у мікросвіті. Принцип симетрії. Періодичний закон Д.І.Менделєєва. Стандартна Модель. Кварк. Класифікація кварків. Глюон. Гравітон.

Крім цих понять, ми пропонуємо запровадити у шкільну практику розроблену нами методику вивчення корпускулярно-хвильового дуалізму матерії у школі. Основним завданням створення цієї методики ми бачимо у формуванні цілісної фізичної картини світу, розкритті загальної властивості матерії – її подвійної природи та статистичного характеру.

Досягнення цієї мети можливе при побудові навчального матеріалу на основі принципу історизму та генералізації навчального матеріалу навколо ідей перервного, неперервного та імовірнісного, що несе змістовне навантаження через ознайомлення з властивостями квантових об'єктів, якими, зокрема, є мікрочастинки і поля. Аналіз навчальної програми [10] та сучасних підручників [5; 7] показує, що викладання навчального матеріалу шкільного курсу фізики здійснюється за історично і логічно сформованою формою відтворення об'єкту пізнання. Проте, дослідники вікової психології Л.С.Виготський [4], В.С.Мухіна [8], М.В.Савчин, Л.П.Василенко [12] доводять достатній рівень розумових здібностей дітей 13-17 років для засвоєння більш високого рівня теоретичного та експериментального методів дослідження в науці, за умови пропедевтичного вивчення певних фундаментальних базових понять у ранньому віці. Таким чином, можливе здійснення розумової навчальної діяльності як переходу від чуттєво-конкретної різноманітності видів руху до встановлення загальних внутрішніх їх основ.

Характерною особливістю в поведінці квантових об'єктів є подвійність у прояві їх властивостей у фізичних взаємодіях. В одних експериментах вони проявляють корпускулярні властивості, в інших - хвильові, що з точки зору класичних уявлень є неможливим. Насправді

зазначена суперечність- результат наших помилок, заснованих на односторонньому підході до опису властивостей фізичних явищ. Якщо припустити, що корпускулярні і хвильові властивості не суперечать, а доповнюють властивості об'єктів, то труднощі в описі поведінки цих об'єктів легко долаються. Ідея додатковості, сформульована у вигляді принципу додатковості датським фізиком Н.Бором, є однією з провідних для даної теми. Інша ідея - це визнання імовірнісного характеру поведінки мікрооб'єктів, відмова від механічного детермінізму при описі квантових об'єктів. Нарешті, третя ідея - це ідея атомізму, висхідна від мислителів Стародавньої Греції, яка отримала свій розвиток завдяки інтенсивному розвитку сучасної атомної, ядерної фізики та фізики високих енергій.

Передумовами для реалізації цих ідей ми бачимо вивчення в 11 класі корпускулярних властивостей світла на прикладі вивчення таких явищ, як випромінювання абсолютно чорного тіла, фотоефекту, рентгенівського випромінювання, флуктуації світлового потоку. Увага учнів звертається на тому, що для опису одних явищ (інтерференції, дифракції, поляризації світла) використовується хвильова модель світу; для опису інших явищ, таких, як теплове випромінювання, фотоефект, рентгенівське випромінювання, зміни з часом інтенсивності слабких світлових потоків, використовується квантова, корпускулярна модель світу. А математичні вирази для енергії та імпульсу фотонів, що зв'язують їх значення з частотою і довжиною хвилі, встановлюють своєрідний зв'язок між цими моделями. Так, енергія фотона пов'язана з його частотою формулою Планка  $\varepsilon = h\nu$ , а імпульс виражається через довжину хвилі формулою, що впливає із спеціальної теорії

відносності:  $p = h/\lambda$ . Використовуючи ці співвідношення, вираз для плоскої монохроматичної електромагнітної хвилі  $E = E_0 \cos(\omega t - kx)$  можна записати у вигляді  $E = E_0 \cos 2\pi(\varepsilon t - px)/h$ .

Незвичайність використання різних моделей для інтерпретації результатів експерименту в їх удаваній суперечливості. Дійсно, спостерігаючи за поведінкою фізичних об'єктів у навколишньому світі, ми звикли вважати корпускулярні і хвильові властивості взаємовиключними ознаками об'єктів.

Учням складно співставляти свій повсякденний життєвий досвід, що частинка не може бути хвилею, а хвиля не може бути частинкою, з постулатом про подвійність природи матерії на прикладі світла. Проте введення у навчальний матеріал результатів експериментальних фактів щодо природи світла показує, що така позиція хибна. Один і той же фізичний об'єкт (у цьому випадку світ) може в залежності від реальної ситуації проявляти або хвильові, або корпускулярні властивості. Причому ці властивості виступають не як такі, що виключають одна одну характеристики об'єкта, а, навпаки, як ознаки об'єкта, що доповнюють один одного. Так фактами на підтвердження хвильової природи світла є явища інтерференції, дифракції, поляризації та дисперсії світла, а фотоефект, ефект Комптона, хімічна дія світла підтверджують дискретну природу світла.

Учням повідомляють, що виходячи з цих позицій, світло почали вважати квантовим електромагнітним процесом, який виявляє хвильові або корпускулярні властивості в залежності від експериментальної ситуації. А ситуація, що склалася у фізиці при описі властивостей світла, отримала назву корпускулярно-хвильового дуалізму.

Зі сказаного підводять учнів до висновків, що суперечливість поведінки світла є наслідком наших обмежених можливостей опису природних явищ. Подолання цих труднощів призводить до якісно нового рівня розуміння суті процесів у навколишньому світі, до вироблення нового стилю мислення. Головними відмінними ознаками цього мислення є доповнення протилежних властивостей фізичних об'єктів та імовірнісний характер фізичних законів.

Нові ідеї знайшли підтвердження і при дослідженні властивостей мікрочастинок, зокрема електронів. У 1924 р. французький фізик Луї де Бройль припустив, що всі частинки речовини (аналогічно світлу) мають хвильові властивості. Зв'язок між хвильовими і корпускулярними властивостями частинок така ж, як і між відповідними властивостями світла. Енергія частинки  $E$  дорівнює енергії кванта хвильового поля з частотою  $\nu$ , тобто  $E = h\nu$ , де  $h$  - постійна Планка, а імпульс частинки  $p = \hbar k$ , де  $k$  - хвильове число. Так само, як і при розгляді фотонів, поведінка частинок описувалася за допомогою хвильового поля, інтенсивність якого визначала ймовірність того, що частинка може бути виявлена у певній ділянці простору. Гіпотеза де Бройля ґрунтувалася на схожості рівнянь, що описують поведінку пучків світла та частинок речовини, і носила виключно теоретичний характер. Для її підтвердження або спростування були потрібні експериментальні факти.

Перше дослідне підтвердження гіпотези де Бройля було отримано в 1927 р. у дослідях американських дослідників Девіссона і Джермера, які вивчали розсіювання електронів на монокристалі нікелю. Електрони вели себе так, ніби вони були хвилями. За результатами експерименту вдалося встановити, що довжина хвилі

електронів з достатньою точністю відповідала припущенням де Бройля. Експерименти з дифракції електронів та інших мікрочастинок речовини з очевидністю переконують у тому, що речовина, як і електромагнітне поле, володіє хвильовими властивостями. Ця обставина змушує змінити сформовані уявлення про навколишній фізичний світ. Модель корпускули, частинки, за допомогою якої в класичній фізиці описували рух макроскопічних тіл, має на увазі локалізацію цих тіл у просторі, при цьому координати частинки та її швидкість можуть бути визначені одночасно в будь-який момент часу. Однак експерименти з дифракції електронів руйнують ці уявлення, оскільки неможливо уявити проходження електрона через дві щілини одразу, як це впливає з результатів таких експериментів. Перехід до класичного хвильового опису поведінки електрона також мало що дає, бо електрон у всіх експериментах реєструється завжди цілком, і всі спроби визначити, через яку саме щілину під час дифракції проходить такий електрон, закінчуються невдачею. Єдиний вихід із ситуації - відмова від класичних моделей хвилі або частинки при описі властивостей мікрооб'єктів. З точки зору такого підходу електрон, так само, втім, як і фотон або якийсь інший мікрооб'єкт, не є ні хвилею, ні частинкою.

Дані ідеї вперше сформулював і обґрунтував В.Гейзенберг у принципі невизначеності Гейзенберга. Мікрооб'єкти являють собою квантові утворення, поведінку яких можна описати за допомогою хвильової функції. Інтенсивність хвильової функції пропорційна ймовірності знайти частинку в певній ділянці простору в певний момент часу.

Як наслідок, учні мають усвідомити, що імовірнісний підхід до опису поведінки мікрооб'єктів

відкриває шлях для вивчення мікросвіту. Вивчення мікросвіту йде за двома напрямками: один напрям дозволяє простежити структурні рівні від атома до макротіла: атом - молекула - речовина - макротіла, інший - від атому до фундаментальних частинок: атом - ядро - елементарні частинки - фундаментальні частинки.

Результатом такого розгляду є, так звана, Стандартна Модель, в основі якої лежать уявлення про те, що основою навколишнього світу є фундаментальні частинки, що беруть участь у фундаментальних взаємодіях. Фундаментальних взаємодій всього чотири: гравітаційна, слабка, електромагнітна і сильна. Фундаментальні частинки діляться на частинки - учасники взаємодій і частинки - носії взаємодій.

Після цього учням мають бути розкриті основні положення сучасної класифікації елементарних частинок. До учасників взаємодій відносяться три покоління лептонів і кварків. Всі вони є частинками з напівцілим спіном, тобто ферміони. Кожному лептону відповідає свій антилептон; кожен кварк відповідного аромату може перебувати в трьох станах, що відрізняються своїм кольором. Кожному з вісімнадцяти різноколірних і різноароматних кварків відповідає антикварк. Таким чином, група учасників взаємодій включає 48 різних частинок, які й утворюють фундаментальні частинки - будівельні «елементи» природи. Взаємодія між цими частинками здійснюється іншими частинками - носіями взаємодій. Всі носії взаємодій - частинки з цілим спіном, тобто відносяться до класу бозонів.

Гравітаційна взаємодія забезпечується за рахунок обміну гравітоном - частинкою, що є квантом гравітаційного поля випромінювання. Гравітон поки ще не відкрито, але фізики з оптимізмом чекають цієї події

в недалекому майбутньому. Слабка взаємодія відбувається за рахунок обміну так званих векторних бозонів:  $Z^0$ ,  $W^+$  і  $W^-$  бозонів. Електромагнітна взаємодія переноситься фотонами - квантами електромагнітного поля; сильна взаємодія - глюонами, які, подібно до фотонів, являють собою безмасові частинки. З фундаментальних частинок можна «побудувати» увесь Світ.

Таким чином, у результаті вивчення корпускулярно-хвильового дуалізму матерії, її подвійної природи та статистичного характеру в учнів повинні бути сформовані основні уявлення квантово-польової картини світу:

1. «елементи» світу: частинки - учасники взаємодій, частинки - носії взаємодій;

2. фізичні взаємодії: фундаментальні взаємодії - гравітаційна, слабка, електромагнітна, сильна;

3. фізичні закони: корпускулярно-хвильовий дуалізм, квантово-механічний опис станів мікрочастинок, співвідношення невизначеностей, постулати Бора, періодичний закон Д.І.Менделєєва, аксіоми термодинаміки;

4. фізичні системи: елементарні частинки, ядра, атоми, молекули, речовини, макротіла;

5. квантові процеси та явища: теплове випромінювання, фотоефект, рентгенівське випромінювання, катодні промені, дифракція електронів, радіоактивність, люмінесценція, теплова рівновага;

6. світ, створений людиною: теплові двигуни, лазер, ядерні реактори, люмінесцентні лампи, твердотільні прилади.

На заключному етапі вивчення поняття корпускулярно-хвильового дуалізму матерії та її статистичної природи набуває особливого змісту. Тут на перший план виходить



загальнонаукова та світоглядна функція цих понять. Це регулюється Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти: «Зміст фізичної компоненти створює передумови для забезпечення усвідомлення учнями наукових фактів, ознайомлення з історією розвитку фізичної науки, формування в учнів знання основних фізичних понять і законів, що дають змогу пояснити природні явища і процеси, розвиток експериментальних умінь і дослідницьких навичок, умінь застосовувати набуті знання для розв'язування фізичних задач і пояснення фізичних явищ і процесів, формування наукового світогляду і стилю мислення учнів, уявлення про фізичну картину світу, розкриття ролі знання з фізики в житті людини та суспільному розвитку» [9, с.65].

Виходячи із цих завдань, заключні узагальнюючі уроки фізики, на думку М.І.Садового [13], Л.Я.Зоріної [6], А.В.Усової [15] та ін., мають акцентуватись на двох моментах - методологічній ролі фізики та її світоглядному значенні.

Методологічна роль фізики проявляється в евристичних принципах, сформульованих для пояснення фізичних законів, процесів, явищ, що набули загальнонаукового та філософського значення. До їхнього числа відносяться принцип причинності, принцип відносності, принцип збереження, принцип інваріантності, принцип додатковості, принцип відповідності, принцип невизначеності, принцип найменшої дії, принцип симетрії та ін. Крім цих принципів, науковці пов'язують з методологічним впливом фізики розвиток науки по шляху наступності у розвитку наукових знань, розвиток емпіричного та теоретичного рівнів наукового пізнання, єдності цих принципів, а також теорії та практики.

Розкриття світоглядного значення фізики, на думку В.Г.Разумовського [11], доцільно розкривати на прикладі гуманістичних, екологічних та історичних аспектів впливу фізики та особистостей, що її творили, на оточуючий світ та людську цивілізацію.

Результати проведеного нами педагогічного експерименту показують, що якість усвідомленого засвоєння школярами понять перервного, неперервного та імовірнісного в розділі «Квантова фізика» та розуміння змісту шкільного навчального матеріалу з цього розділу значно покращуються при запровадженні у навчальний процес методики вивчення корпускулярно-хвильового дуалізму матерії.

Таким чином, ми можемо зробити **висновок**, що удосконалення змісту шкільного курсу фізики через широке пропедевтичне представлення та вивчення «корпускулярно-хвильового дуалізму матерії», рекомендованих методичних аспектів щодо з'ясування цього поняття, хоч і несе певне розумове навантаження, проте дозволяє сформувати повну фізичну картину світу і дає можливість досягти кращого рівня засвоєння навчального матеріалу, а відповідно і рівня розумового розвитку школяра.

#### БІБЛОГРАФІЯ

1. Бугайов О.І., Садовий М.І. Дотримання принципу історизму при викладанні законів збереження. // Наукові записки. – Випуск 77. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2008. – Частина 1. – 354 с., с.48-53.
2. Бугайов О.І., Садовий М.І. Історико-методологічний підхід до формування структури і змісту шкільного курсу фізики. // Наукові записки. – Випуск 51. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2003. – Частина 1. – 219 с., с.10-14.
3. Величко С.П., Костенко Л.Д. Вивчення основ квантової фізики: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2002. – 274 с.

4. Выготский Л.С. Педагогическая психология./Под ред.В.В.Давыдова. – М.:Педагогика, 1991.- 480с.

5. Гончаренко С.У. Фізика: пробний навчальний посібник для 11 класу шкіл III ступеню, гімназій і ліцеїв гуманітарного профілю. – К.: Освіта, 1995. – 288с.

6. Зорина Л.Я. Дидактические аспекты естественнонаучного образования. - М.: Изд. РАО, 1993. - 163 с.

7. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика: підручник для 11 кл. загальноосвіт. навч. закладів - Київ: Перун, 2005. - 288 с.

8. Мухина В.С. Возрастная психология: феноменология развития, детство, отрочество: Учебник для студ. вузов. - М.:Издательский центр «Академия», 1999. - 456 с.

9. Постанова КМУ від 14.01.2004 р. №24 «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти.» Офіційний вісник України від 30.01.2004 № 2, том 1., с.49.

10. Програма «Фізика. Астрономія, 7—12 кл» – К.: Ірпінь; Перун, 2005.

11. Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. – М.:ВЛАДОС, 2004. – 463 с.

12. Савчин М.В., Василенко Л.П. Вікова психологія: навчальний посібник. – К.:Академвидав, 2005. – 360с.

13. Садовий М.І. Науково-методологічні основи шкільного курсу квантової фізики. – Кіровоград: Прінт-Імідж, 1998. – 318с.

14. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений./ С.Е.Каменецкий, Н.С.Пурышева, Т.И.Носова и др./ Под ред. С.Е.Каменецкого. - М.:Издательский центр “Академия”, 2000.- 384с.

15. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.:Педагогика, 1986. – 176с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Дробін Андрій Анатолійович** – аспірант кафедри педагогіки Кіровоградського державного педагогічного університету ім.В.Винниченка.

*Наукові інтереси:* дидактика фізики, історія фізики.

## ВИКОРИСТАННЯ ІКТ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ

**Ірина ЗАНІЗДРА, Степан ВЕЛИЧКО**

*Основним знаряддям праці в інформаційному суспільстві є комп'ютер як своєрідне ядро інформаційно-комунікаційних технологій. Його залучення на різних етапах навчання допомагає реалізувати основний принцип особистісно-орієнтованого підходу в освіті – принцип діяльності. Якість засвоєння програмного матеріалу забезпечується інтеграцією технологій з традиційними методами навчання.*

*The main tools in the Information Society is the Computer, as a kind of core information and communication technologies. His involvement at various stages of training to help implement the basic principle of learner-centered approach in education - a principle activity. Quality adoption program material provided by the integration of technology with traditional teaching methods.*

#### **Постановка проблеми.**

Концепцією загальної середньої освіти зазначається, що освіта у XXI столітті є освітою для людини, а XXI століття є

періодом переходу до високотехнологічного інформаційного суспільства, у якому якість людського потенціалу, рівень освіченості і культури всього населення набувають вирішального значення для економічного і соціального прогресу. За цих обставин загальна середня освіта повинна забезпечити умови для всебічного (морального, інтелектуального, фізичного, художньо-естетичного) розвитку учнів, а також для виховання громадянина демократичного суспільства, де освіченість, вихованість, культура визначається як найвищі цінності, незамінні чинники соціального прогресу.

На сучасному етапі розвитку фізичної освіти має здійснюватися

кардинальний перехід від традиційного інформаційно-пояснювального навчання, зорієнтованого на передачу готових знань, до особистісно-розвиваючого, спрямованого не тільки на засвоєння знань, а й на способи навчальної діяльності, розвиток творчої особистості учнів. Сучасні мультимедійні комп'ютерні програми й телекомунікаційні технології відкривають учням доступ до нетрадиційних джерел інформації – електронних підручників, навчальних сайтів, систем дистанційного навчання й т.п., це покликане підвищити ефективність розвитку пізнавальної діяльності та самостійності й дати нові можливості для творчого росту школярів. Тому необхідно створювати умови для того, щоб учитель міг досягнути конкретних цілей навчання, які і характеризують якість навчально-виховного процесу. Значною мірою цього можна досягти, використовуючи сучасні інноваційні технології [4, с.25].

**Аналіз попередніх досліджень.** В останні роки все більшого поширення в педагогічній літературі здобуває термін «новітні інформаційні технології» (НІТ). Зокрема, Ю.С. Брановський [2, с.22] під НІТ розуміє технології навчання, виховання, наукових досліджень і керування, які засновані на застосуванні техніки й спеціального програмного, інформаційного й методичного забезпечення. Г.К.Селевко [5, с.114] ототожнює нові інформаційні технології з комп'ютерними й розуміє під ними процеси підготовки й передачі інформації тому, кого навчають. Колектив авторів словника «Інформаційні системи» [1] під новими інформаційними технологіями розуміють «сукупність впровадження у системи організаційного керування принципово нових систем і методів обробки даних, що представляють собою цілісні технологічні системи, які забезпечують цілеспрямоване утворення,

передачу й зберігання інформаційного продукту (даних, ідей, знань)».

**Мета статті.** Показати як можна за допомогою ПК поживити урок, викликати в учнів інтерес до предмету, що вивчається, навести приклади уроків у комп'ютерному класі, де учні колективно, спільно з учителем, обговорюють проблему, з цікавістю стежать за ходом уроку, а вчитель пояснює і допомагає, і така спільна робота на уроці не є випробуванням на витривалість, а стає процесом усвідомленого засвоєння матеріалу.

**Виклад основного змісту.** На сьогодні методично правильне і виважене використання комп'ютера на уроці призводить до цілого ряду важливих і досить ефективних педагогічних впливів, дає позитивні вирішення і наслідки, які пов'язані з тим, що різко підвищується рівень використання наочності на уроці;

- підвищується продуктивність праці вчителя і учнів на уроці;

- підвищується мотивація навчання, розвиток творчих можливостей учнів і створюються умови для сприятливого емоційно - психологічного стану, тощо.

У дидактичному аспекті відбувається поворот від вербальних методів до інтеграції візуальних і вербальних методів навчання, адже давно відомо, що образна інформація засвоюється краще, ніж текстова.

Залучення комп'ютерних технологій на різних етапах навчання природничих дисциплін допомагає реалізувати основний принцип особистісно-орієнтованого підходу в освіті – принцип діяльності. Сутність цього принципу полягає в стимулюванні учнів до освітньої діяльності, що забезпечує можливості саморозвитку, самовираження і самоосвіти. Принцип активної діяльності дитини в процесі навчання

був і залишається одним з основних в дидактиці. Під цим розуміється така за обсягом діяльність, і така її інтенсивність, що дає позитивні результати і характеризується високим рівнем мотивації, усвідомленою потребою в засвоєнні знань і умінь, результативністю і відповідністю соціальним нормам. Такого роду активність сама по собі виникає за певних умов, вона є наслідком цілеспрямованих педагогічних дій та відповідної організації педагогічного середовища, тобто запроваджених педагогічних технологій, а ще краще оптимальному їхньому поєднанню, що, за висловами К. Д. Ушинського, для природничих дисциплін має такий зміст, що знання будуть тим міцнішими і повнішими, якщо вони сприймаються одночасно усіма органами чуттів.

Для ефективного залучення учнів у навчальну діяльність комп'ютер може бути використаний для: демонстрації нових понять, фактів; відпрацювання алгоритмів розв'язання різних задач; тренінгу, що вимагає нових знань і набуття умінь; самоперевірки засвоєння понять, знань; контролю (перевірки) якості засвоєння знань і набутих навичок; творчої навчальної діяльності учнів.

Вибір методів активного навчання природничих дисциплін залежить від різних чинників. Але в першу чергу вибір методу визначається дидактичним завданням заняття. Для вибору конкретного активного методу можна скористатися наведеною класифікацією методів активного навчання (таблиця 1).

Таблиця 1.

Дидактичні цілі занять	Метод активного навчання	Використання ІКТ
Узагальнення раніше вивченого матеріалу	Групові дискусії, мозковий штурм	Презентація, тест, комп'ютерна програма
Розвиток здібностей до самонавчання	Ділова гра, ролева гра	Проглядання відеоролика, робота з комп'ютерною програмою
Відробіток матеріалу, що вивчається	Тренінги	Робота з комп'ютерною програмою, презентація
Розвиток навиків роботи в групі	Метод проєктів	Робота з комп'ютерними програмами

Звичайно, якість засвоєння програмного матеріалу взагалі і зокрема з дисциплін природничого циклу забезпечується не тільки використанням комп'ютерних технологій, а й інтеграцією їх із традиційними методами навчання. І дуже важливо, щоб ця інтеграція сприяла формуванню вільної творчої особистості учня, давала б можливість вільного вибору як учителю, так і учням.

Варіанти застосування ІКТ в освітньому процесі школи можуть бути такими:

1. Урок з мультимедійною підтримкою (у класі використовується один комп'ютер, ним користується зазвичай вчитель як «електронною дошкою» і учні в разі захисту своїх проєктів).

Дуже важливо, що за цих обставин учні не просто пасивні поглиначі інформації, що вчать. Метою вчителя стає формування навичок знаходження і відбору потрібної інформації. Це досягається через підготовку проєктів (індивідуальних і групових), тема яких

може бути пов'язана з навчальними дисциплінами, а також з подіями і проблемами навколишньої дійсності. Крім того, захист проекту вимагає вироблення у дітей навичок публічного виступу, дискусії, уміння аргументовано відстоювати власну позицію. Робота переважно здійснюється в групі і вимагає оволодіння особливими навиками колективної роботи, міжособистісного спілкування. Створення мультимедійного проекту – це могутній інструмент, що дозволяє формувати у дітей необхідні знання і пізнавальні прийоми, в також розвивати мотивацію навчально-пошукової на уроці і позаурочної діяльності.

Враховуючи високу завантаженість учнів, шкільні проекти повинні розроблятися з тих тем, які пропонуються і передбачаються програмою відповідного курсу. Тема проекту повинна бути досить цікава для дітей. Вибір теми проектної роботи дуже важливий, часто саме вона кінець кінцем може визначити успішність і результативність одержаних результатів у виконанні проектної роботи в цілому.

2. Урок проходить з комп'ютерною підтримкою (у класі декілька комп'ютерів, за якими працюють учні групами або по черзі).

Учні працюють з готовою навчальною програмою, яка разом з науково-пізнавальним текстом, малюнками включає завдання для практичної роботи, тренувальні і контрольні вправи. Таким чином, комп'ютерна техніка дозволяє провести індивідуальний і повний аналіз рівня знань дітей і дати їм об'єктивну оцінку, а також виявити слабкі місця в засвоєнні знань.

Зараз у вчителя з'явилася можливість створювати власні тести різної складності, не звертаючись власне до програмування.

Використання різних тестів особливо актуальне у зв'язку з необхідністю підготовки учнів до ЗНО.

Важливі також деякі психологічні аспекти висвітлюваної теми. Учні мають різний психологічний статус і багато хто з них хворобливо ставиться до зауважень, дуже боїться зазнати фіаско на очах у класу. У діалозі з комп'ютером нічого подібного не відбувається: комп'ютер не рахує, скільки було невдалих спроб розв'язання задачі, не робить ніяких зауважень. Він ще й підкаже, що і як потрібно зробити. Таким чином формується ситуація психологічного комфорту, яка створює можливість пізнавального та емоційного тиску на учнів. Із задоволенням виконують учні усну контрольну роботу, провести і перевірити яку допомагає персональний комп'ютер. Даний підхід до використання комп'ютерних технологій сприяє тому, що учень стає суб'єктом своєї пізнавальної діяльності. З іншого боку, перед учителем відкриваються широкі можливості в забезпеченні своєчасної перевірки й обліку навчальних досягнень учнів. Отже, підвищується зацікавленість школярів у пізнавальній діяльності, формується їхнє свідоме ставлення до навчання, адекватна самооцінка, збільшується щільність навчальної діяльності.

3. Урок, інтегрований з інформатикою, що є досить вагомим і значущим саме для дисциплін природничого циклу.

Завдання такого уроку: відпрацьовувати учбовий матеріал, використовуючи ПК для створення кросвордів, таблиць, учити виконувати проектні роботи, учити красиво і грамотно оформляти тексти, загалом розширювати знання учнів з тем, що вивчаються у відповідному курсі, за рахунок використання ПК.

Уведення комп'ютера в навчальний процес, безсумнівно інтенсифікує процес реалізації поставлених цілей і завдань, а також призводить до розвитку опосередкованого педагогічного впливу, де виділяється новий блок – засоби навчання, що замінюють педагога на ряді етапах навчального процесу. При цьому головна і визначальна роль все ж таки залишається за педагогом, а комп'ютер може і повинен стати інструментом, що дозволяє поглибити та закріпити експериментальні вміння учнів.

**Висновки.** Комп'ютер на усіх уроках може і повинен стати ефективним засобом навчання. Особливо це важливо у процесі вивчення дисциплін природничого циклу. ПК не може повністю замінити вчителя, але низку функцій може виконувати навіть краще, ніж це робить вчитель. Однак саме вчитель має можливість зацікавити учнів, збудити в них допитливість, завоювати їхню довіру, саме вчитель може направити увагу школярів на ті або інші аспекти предмету, що вивчається, винагородити учнівські зусилля і змусити кожного учня вчитися.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Богословский В.И., Васильев А.А., Извошников В.А. и др. Информационные системы: Словарь / Под. Ред. В.И. Богословского. – Слб., Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 1998. -112с.
2. Брановський Ю.С. Новая дисциплина «Введение в педагогическую информатику в структуре многоуровневого педагогического образования» // Педагогическая информатика. – 1995. -№2. – с.18-28.
3. Державна національна програма «Освіта» («Україна ХХІ століття»). Заходи щодо реалізації Державної національної програми «Освіта» («Україна ХХІ століття»). Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 03.11.93 р. №896/Освіта. – 1993. - №44-46.
4. Кларін М.В. Педагогічна технологія в навчальному процесі. – М.: Знання, 1989. – 325с.
5. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии : Учебное пособие. –М.: Народное образование, 1998. – 256с.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Заніздра Ірина Вікторівна** – вчитель математики та інформатики спеціалізованої загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №32 Кіровоградської міської ради Кіровоградської області.

**Величко Степан Петрович** – завідувач кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В.Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми використання ІКТ на уроках природничого циклу.

## РОЗРОБКА НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОПТИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

**Сергій КОВАЛЬОВ**

У статті розглянуті питання вдосконалення навчального експерименту при вивченні оптичного спектрального аналізу у курсі загальної фізики. З цією метою проводиться аналіз запропонованої розробки нового спектрального обладнання, в якому функції диспергуючого елемента виконує голографічна дифракційна ґратка, а також розглянута робота приладу, яку забезпечує комп'ютерна техніка з оригінальним програмним забезпеченням.

*Improving of the educational experiment at the study of optical spectral analysis in the course of general physics considered in the paper. Analysis of the proposed development of a new spectroscope is given. Holographic diffraction grating serves as the dispersing element in the device. The principle of the device which provides computer equipment with the original software is considered.*

**Постановка проблеми.** Процес неухильного розвитку науки постійно

змінює як життя кожної людини окремо, так і суспільства в цілому. Відповідно до стрімкого розвитку науково-технічного прогресу перед кожною людиною постають якісно нові вимоги до її морального та інтелектуального розвитку, що знаходить свій відбиток в системі навчально-виховному процесу в різних типах навчальних закладів. Особливої уваги вимагає процес підготовки спеціалістів з напрямку природничих наук, оскільки саме такі фахівці, отримавши відповідну освіту, створюють необхідний інтелектуальний національний ресурс для подальшого розвитку та процвітання нашої держави.

Серед інших навчальних предметів природничого спрямування фізика виступає серед них одним з основних, бо саме вона є стрижнем в процесі розвитку і вдосконалення сучасної техніки, а також є основною при формуванні світоглядної картини світу в учасників навчального процесу. Крім того в останні роки у процесі навчання важливу роль відіграв розвиток комп'ютерної техніки, який надав принципово нові можливості для реалізації сучасних методів та засобів у навчанні фізики. Разом з цим навчальні комп'ютерні програми ще не досягли довершеного вигляду, більш того вони потребують значного вдосконалення, тому розробка нових комп'ютерних систем є дуже актуальною і вимагає детального дослідження.

**Аналіз раніше виконаних досліджень.** Ряд нових ідей з удосконалення навчального процесу при вивченні спектрального аналізу описано в працях [1;2;5]. Проаналізувавши сучасні методи спектрального аналізу [1;4;5] та їх використання у різних сферах народного господарства [6], ми на основі аналізу методики навчання фізики [2;3] маємо підстави

стверджувати, що загальний рівень ознайомлення учнів не тільки у середніх профільних навчальних закладах, а й студентів вищих навчальних закладів проходить на порівняно низькому рівні. Для поліпшення стану вирішення проблеми у цьому аспекті слід використати систему навчальних дослідів (демонстрації, лабораторні роботи, фізичний практикум, експериментальні задачі і завдання та індивідуальні спостереження і досліди) та відповідне обладнання, яке забезпечує вивчення спектроскопії на необхідному рівні [2].

**Мета статті.** З метою удосконалення навчального процесу з фізики при вивченні оптичного спектрального аналізу нами поставлена мета розробити новий спектральний прилад, який поряд з удосконаленням технічних характеристик у порівнянні з тими приладами, що використовуються у навчальних закладах, матиме комп'ютерне керування, а відповідно надасть можливість при проведенні дослідів не тільки автоматизувати процес дослідження оптичних спектрів, а й використовувати системи додаткових програм для статистичної обробки та аналізу отриманих результатів.

**Основний матеріал.** Для реалізації такої ідеї ми скористалися пропозиціями С.П. Величка [1] щодо використання голографічної дифракційної ґратки  $1000 \text{ лін/мм}$  як диспергуючого елемента спектрального приладу.

Таким чином оптична схема приладу, що показана на рис.1, передбачає використання коліматора Л1, дифракційної ґратки (ДГ) та лінзи Л2, яка фокусує оптичне зображення спектра у фокальній площині, де може бути розміщений: **окуляр**, що надає можливість використовувати прилад як *спектроскоп*, **щілину**, яка дозволяє виділити досліджуваний діапазон

спектра ( $\Delta\lambda$ ), а прилад відповідно працює як *монохроматор*; **фотокамеру**, котра дає можливість зафіксувати відповідні ділянки спектра на фотопластинці (фотоплівці чи у цифровому вигляді) й отримати *спектрограф*, що має місце у випадку фотографічного методу дослідження спектрів, а також використовувати запропоновану модель спектрального приладу як *спектрофотометр*, що дає можливість вивчати характер розподілу енергії у спектрі випромінювання досліджуваних джерел випромінювання і тому подібні варіанти: наприклад змішувач кольорів чи спектрометр.

У нашому варіанті прилад має можливість виконувати автоматичне сканування та переміщення реєструючої щілини, він також оснащений спеціальною оптично-електричною системою, яка за допомогою фотоелектричного помножувача фіксує інтенсивність оптичних спектральних ліній та перетворює отриману інформацію в цифровий вигляд з метою подальшої передачі її до комп'ютера і відповідної обробки, збереження, інтерпретації тощо.

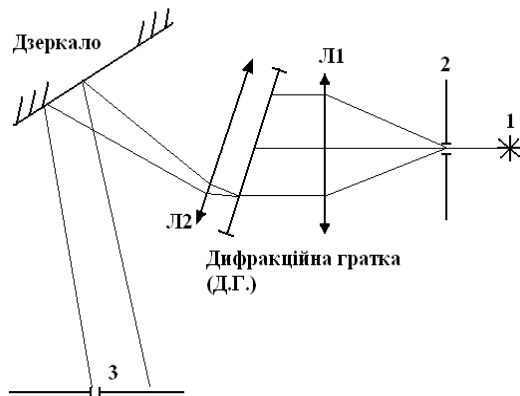


Рис 1. Оптична схема приладу

Блок електричного живлення нашого спектрометра є імпульсним. Вхідним джерелом електроенергії приладу слугує промислова мережа з напругою  $U = 220 \text{ В}$  та частотою  $\nu = 50 \text{ Гц}$ , на виході блоку живлення

отримується декілька електричних ліній, які відповідно стабілізовані і забезпечують необхідний робочий режим усіх інших електричних блоків приладу.

Електричне сканування спектра реалізовується за допомогою поєднання механізму повороту дзеркала та переміщення щілини для реєстрації спектральних ліній з програмним забезпеченням, яке через спеціальні електричні схеми подає сигнали керування на електричний-привід цих механізмів. Для обертання валу переміщення щілини та повороту важеля дзеркала використовуються два крокові двигуни, що забезпечують необхідне високоточне переміщення.

Електрична схема пристрою керування поворотом дзеркала показана на рис.2, вона дозволяє здійснювати прямий та реверсний рух важеля повороту як в ручному режимі керування, так і в автоматичному за допомогою програми. У ручному режимі імпульси для повороту двигуна надходять від генератора імпульсів блока живлення, який має частоту генерованих коливань  $\nu = 256 \text{ кГц}$ . При цьому для зменшення частоти коливань в  $2^{11}$  разів використовуються послідовно з'єднанні лічильники імпульсів ІЕ5, 155 серії.

Для забезпечення автоматичного перефокусування оптичної системи з метою усунення ефекту „хроматичної аберації” прилад оснащено спеціальною системою, яка завдяки контролюючій програмі забезпечує для кожної спектральної лінії відповідне положення реєструючої щілини. Переміщення щілини відбувається за допомогою спеціального механізму, який приводиться в рух кроковим двигуном, що дозволяє змінювати положення щілини з точністю до  $d = 0,15 \text{ мм}$ .

Електрична схема блоку керування переміщенням реєструючого



елемент показана на рис.3. На схемі виводи C1, C2, C3, C4 призначені для під'єднання крокового двигуна, а точки A1, B1, A2, B2 - для подачі з порту комп'ютера відповідних керуючих сигналів.

Прилад має можливість здійснювати реєстрації спектральних ліній оптично-візуальним та фотоелектричним методами. Для реєстрації фотоелектричним методом передбачена спеціальна система, яку

можна розкласти послідовно на такі складові частини: фотоелектронний помножувач (ФЕУ – 130); прецизійний операційний підсилювач (К140УД17А); аналогово-цифровий перетворювач (МСП 3201); комп'ютер з оригінальним програмним забезпеченням.

Електрична схема пристрою реєстрації та аналогово – цифрового перетворення оптичного сигналу з метою передачі даних в комп'ютер показана на рис.4 та рис. 5.

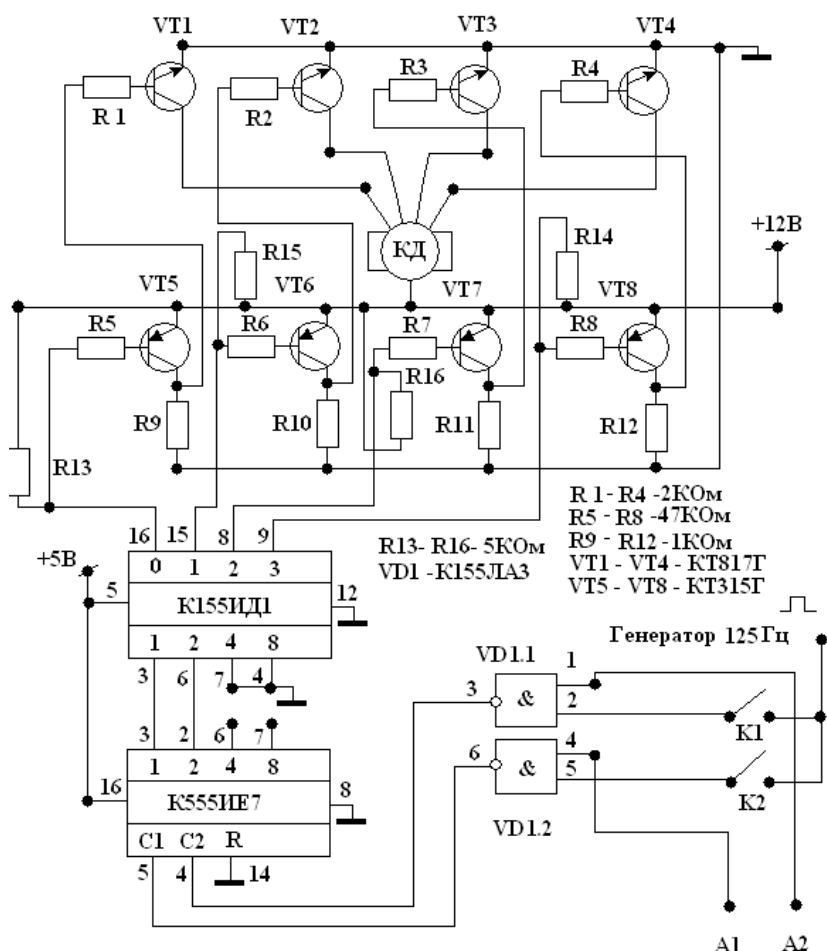


Рис. 2. Електрична схема пристрою переміщення важеля сканера.

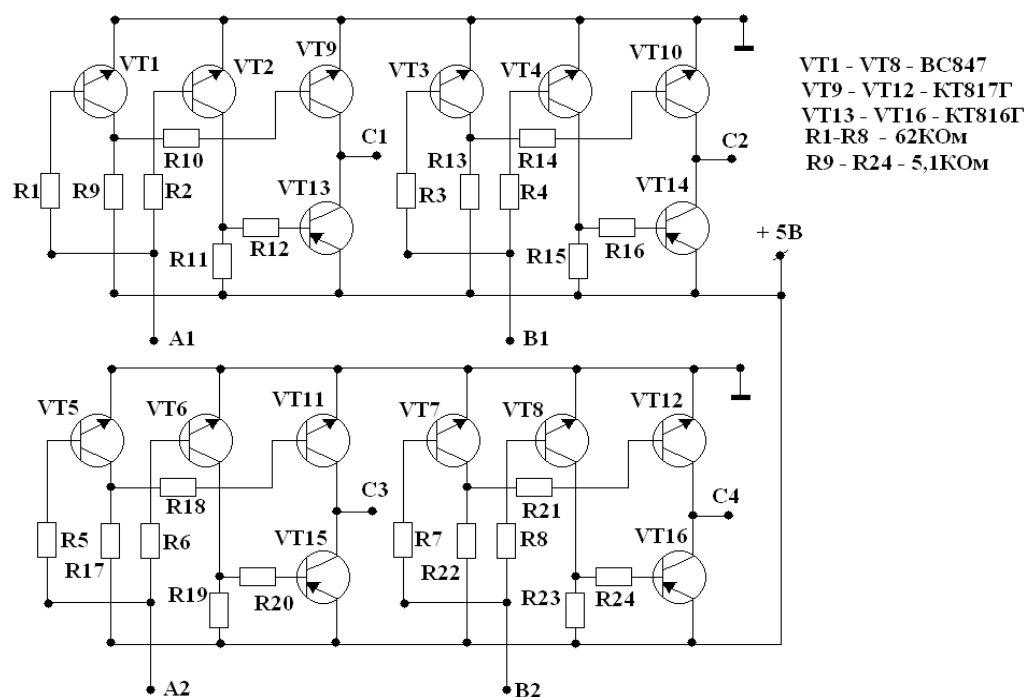


Рис. 3. Електрична схема пристрою переміщення щілини

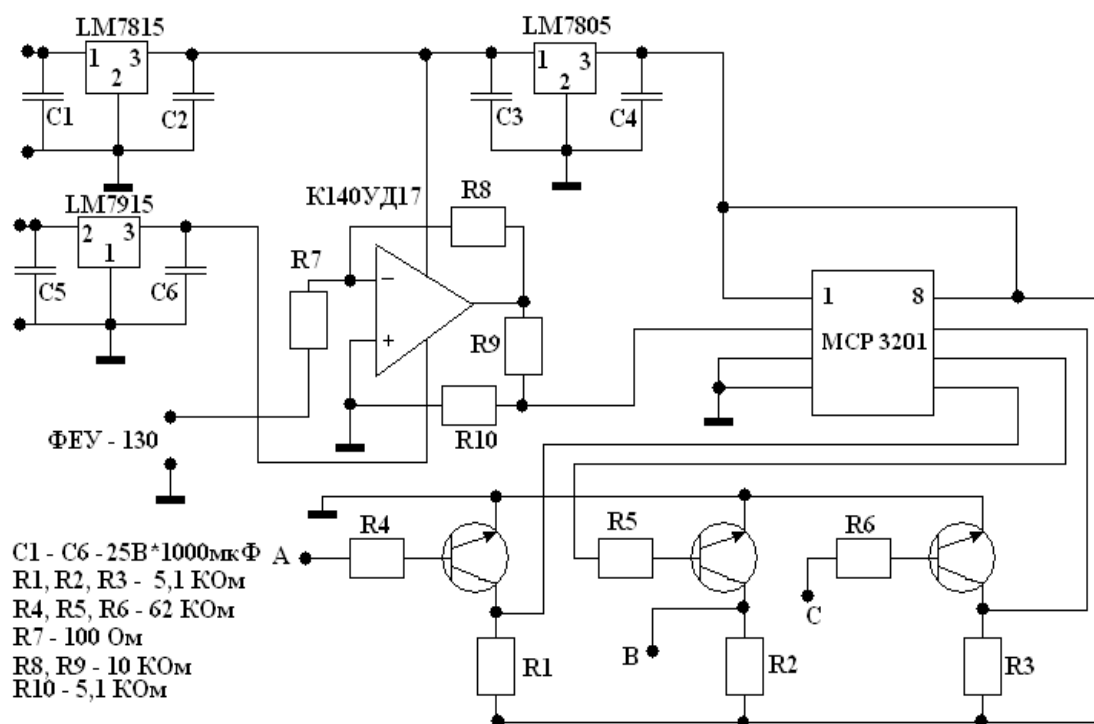


Рис. 4. Електрична схема пристрою аналогово-цифрового перетворення

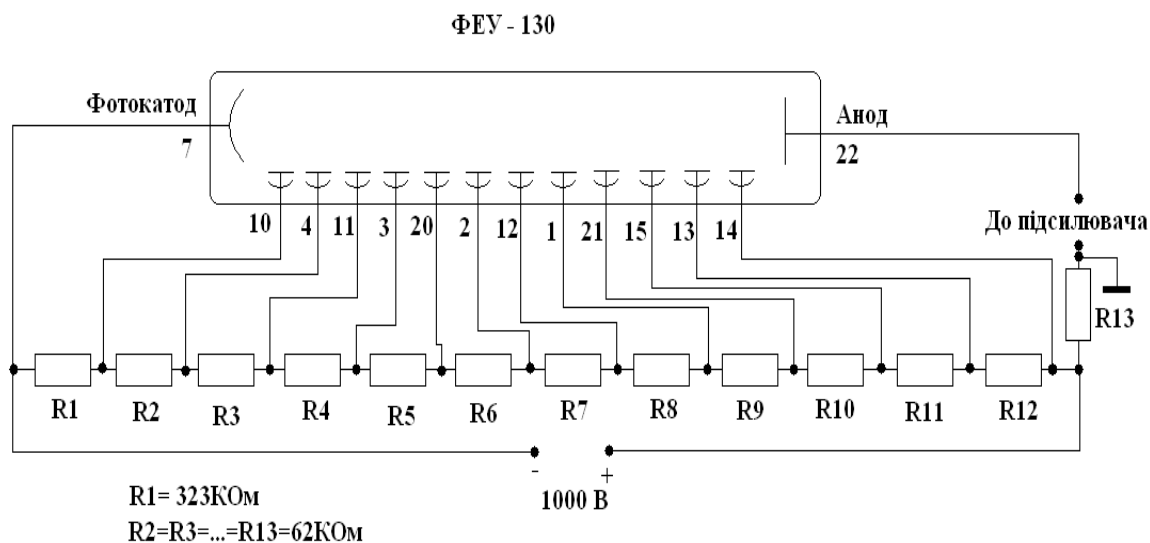


Рис. 5. Електрична схема включення фотоелектронного помножувача

Розроблена нами програма, яка забезпечує роботу спектрометра, дозволяє виконувати процес сканування оптичного спектра в автоматичному та ручному режимі. При автоматичному скануванні, починаючи з крайнього положення, програма визначає інтенсивність першої спектральної лінії і переводить дзеркало до наступної координати. Цей процес повторюється циклічно до моменту досягнення фінішної крайньої точки, після чого сканер повертається в попереднє положення, а набрана інформація порівнюється з базою даних різноманітних спектрів, що відповідають конкретним хімічним елементам. При автоматичній

ідентифікації спектру проводиться не тільки якісний, а й кількісний аналіз співвідношення інтенсивності отриманих спектральних ліній. При ручному керуванні користувач може за допомогою спеціального дочірнього вікна, яке показано на рис. 6, переводити сканер до координати тієї довжини хвилі, яка потребує дослідження. При цьому відносна інтенсивність лінії автоматично з'явиться у відповідному полі.

Програма написана мовою програмування C++ з використанням API функцій. Інтерфейс програми при написанні орієнтовано на класичний вигляд прикладних програм операційної системи Windows.

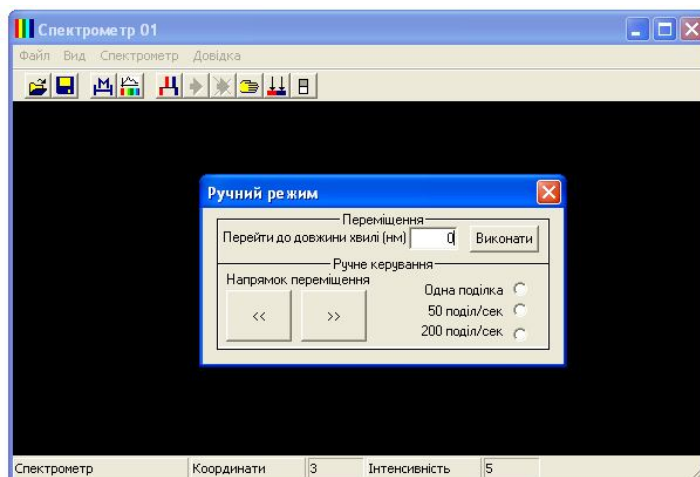


Рис. 6 Вигляд основного та дочірнього вікна програми

**Висновки.** Запропоновано і проаналізовано новий прилад, використання якого в навчальному фізичному експерименті, надає можливість розробити ряд нових оригінальних лабораторних робіт, які суттєво покращують якість проведення навчального і наукового експерименту у різних ВНЗ, завдяки високому рівневі наочності та науковості при проведенні досліджень оптичних спектрів. Запропоноване комп'ютерне керування скануванням і процесом накопичення і обробки та інтерпретації результатів надає можливість впровадження нових методик вивчення теми «Оптичний спектральний аналіз» із широким запровадженням комп'ютерних технологій. Наведені електричні схеми пройшли лабораторні випробування і можуть бути використанні для реалізації високоточних переміщень при розробці будь-яких інших приладів та відповідних механізмів.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з

фізики у середній школі [монографія] (С.П. Величко), – Кіровоград, 1998.-302с.

2. Величко С.П. Нове навчальне обладнання для спектральних досліджень: посіб. для студ. фізмат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. (С.П. Величко, Е.П. Сірик) – 2-е вид., перероб. – Кіровоград.. ТОВ «Імекс ЛТД», 2006.-202 с.

3. Гончаренко С.У. Фізика. Підручник для 11кл. серед загальноосв. шк. (С.У.Гончаренко) –К.:Освіта, 2002. -319с.

4. Зайдель А.Н. та ін. Техника и практика спектроскопии. (А.Н. Зайдель, Г.В. Островский, Ю.И. Островская) – 2-е изд., справ. и доп.- М.: Наука, 1976.

5. Оптика и атомная физика. Лабораторный практикум по физике: отв. ред.: проф. Р.И. Солоухин. – Новосибирск: Наука, 1976.

6. Свентицкий Н.С. Визуальные методы эмиссионного спектрального анализа. (Н.С. Свентицкий.) – М.:ГосИздат, 1961.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Ковальов Сергій Григорович** – аспірант кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка, провідний фахівець кафедри матеріалознавства та ливарного виробництва Кіровоградського національного технічного університету.

*Наукові інтереси:* запровадження ІКТ у навчанні фізики, створення сучасного обладнання для спектральних досліджень.

## ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ З ОПТИКИ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

**Ольга КУЗЬМЕНКО**

*У роботі розглянутий програмно-педагогічний засіб „Бібліотека електронних наочностей 10 – 11 клас”, який є одним із допоміжних засобів при вивченні матеріалу хвильової оптики. Вказано на методичну значущість застосування моделювання оптичних явищ при варіативному вивченні фізики в старших класах профільної школи.*

*A programmatic-pedagogical mean is in-process considered "Library of electronic evidentness a 10 - 11 class" which is one of auxiliary facilities at the study of material of wave optics. It is also indicated on methodical meaningfulness of application of design of the*

*optical phenomena at the variant study of physics in the higher forms of profile school.*

#### Постановка проблеми.

Національною доктриною розвитку освіти в Україні у ХХІ столітті зазначено, що пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційних технологій, що забезпечують подальше вдосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до

життєдіяльності в сучасному комп'ютеризованому суспільстві [10].

Вивчення проблеми становлення і вдосконалення навчального фізичного експерименту та аналіз науково-методичних досліджень і методичної літератури з даної педагогічної проблеми дозволяє виявити основні засади та сучасні напрямки розвитку дієвих та ефективно-діючих складових навчально-виховного процесу з фізики в сучасних загальноосвітніх навчальних закладах. Відповідно серед основних тенденцій, які відображають сучасний стан розвитку цієї педагогічної системи, особливо важливою й актуальною є комп'ютеризація навчального процесу і відповідно експерименту з фізики. Дана тенденція обумовлена бурхливим розвитком застосування комп'ютерної та обчислювальної техніки у різних сферах людської діяльності, що спонукає до запровадження засобів ІКТ у навчально-виховний процес під час вивчення оптики. Тому, слід визнати, що зазначена необхідність обумовлена тим, що, по-перше, основи, на яких базується будова і принципи дії комп'ютерної техніки, відносяться до фізичних начал, не усвідомивши які користувач не може проявити свою комп'ютерну компетентність. По-друге, під час організації навчально-виховного процесу взагалі, і зокрема з оптики, з урахуванням суб'єктивного підходу на особистісній основі відбувається переорієнтація та націленість не лише на формування ЗУН, а головне на розвиток особистості учня, на створення сприятливих умов розвитку кожного школяра з урахуванням його здібностей і можливостей, подання навчальної інформації та її опрацювання учнем залежно від задатків, які є у нього, від побажань та планів на майбутнє та відповідно до майбутньої професійної діяльності чи на основі конкретної її спрямованості.

По-третє, у фізичній науковій галузі й одночасно у процесі вивчення її базису як навчальної дисципліни у середніх ЗНЗ різного типу та профілю вагоме місце посідають теоретичні основи, математична інтерпретація основоположних законів, фундаментальні кількісні співвідношення та взаємозалежності, кількісна оцінка об'єкта вивчення та перебігу природних явищ тощо. Тому використання ІКТ у методиці навчання оптики для виконання складних математичних операцій, особливо громіздких розрахунків, для визначення фізичних величин та ін., є необхідним, бо за цих обставин вивільнюється час на з'ясування сутності досліджуваних явищ і процесів, на їхній аналіз та усвідомлення. По-четверте, комп'ютеризація ШФЕ сприяє ефективному запровадженню методу моделювання природних явищ та процесів їхнього перебігу, прогнозування очікуваних результатів експерименту та з'ясуванню особливостей навчального експериментування з оптики, де реальні досліди не можна відтворити чи поставити, то в цих випадках потрібно оперувати мисленним експериментом. Упровадження сучасних інформаційних технологій навчання під час вивчення оптики, розкриває широкі можливості щодо суттєвого зменшення навчального навантаження і, водночас, інтенсифікації навчального процесу, надання навчально-пізнавальної діяльності творчого, дослідницького спрямування.

**Аналіз раніше виконаних досліджень.** Комплексний аналіз проблем становлення і розвитку навчального фізичного експерименту для забезпечення ефективного вивчення шкільного курсу фізики в умовах диференційованого навчання за профільними програмами дає можливість виокремити такі основні

тенденції розвитку системи ШФЕ [2, с. 90-92].:

1. **Зростання ролі моделей і моделювання у навчальному процесі з фізики та в шкільному фізичному експерименті.** Метод моделювання набув особливого значення у шкільному курсі фізики (ШКФ) саме у наш час, коли деякі важливі наукові результати стали предметом вивчення у школі (наприклад, з оптики, квантової фізики), але не можуть бути показані у натуральному їх вигляді, тому ілюстрація моделей об'єкту вивчення чи окремих його властивостей з використанням різних засобів, включаючи комп'ютерні технології, є перспективним і важливим напрямком удосконалення ШФЕ.

2. **Комп'ютеризація навчального фізичного експерименту.** Широке використання ЕОТ та комп'ютерної техніки у різних сферах діяльності людини зумовлюють їх запровадження у навчання, де слід розв'язати дві проблеми: технічну і педагогічну. Комп'ютеризація системи ШФЕ як сучасна тенденція потребує використання різних дидактичних функцій комп'ютерної техніки, що спрямоване на вирішення різних навчальних завдань.

3. **Постійне і систематичне запровадження у навчальний процес універсальних комплектів і складних приладів та саморобного обладнання з метою поступового, але неухильного розвитку системи ШФЕ.**

Загальноприйняте поняття ІКТ зводиться до процесу збирання, передачі, збереження та обробки інформації в усіх її можливих формах: текстовій, графічній, візуальній, мовній. В. І. Грищенко розглядає ІКТ як сукупність принципово нових засобів і методів обробки даних, які забезпечують цілеспрямоване створення, передачу, збереження і

відображення інформаційного продукту з найменшими затратами.

На сьогодні ще недостатньо розроблено такі методи і технології навчання під час вивчення оптики, які гарантували б підтримку стійкої зацікавленості учнів у досконалому оволодінні знаннями та вміннями, набутими під час вивчення та узагальнення матеріалу з цього розділу.

Тому основну увагу слід приділити створенню умов для запровадження в загальноосвітніх навчальних закладах засобів ІКТ, оскільки вони дають змогу вести гнучке й варіативне навчання учнів.

Проблема впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес з фізики досліджувалась у працях Б. Бесєдіна, С. Величка, М. Жалдака, Ю. Жука, Н. Кульчицької, Н. Морзе, А. Олійника, Ю. Рамського, Є. Смирнової та інших. Дидактичні проблеми, перспективи використання ІКТ, психологічні основи комп'ютерного навчання досліджували Ю. Машбіц [9], а систему підготовки вчителя до їх використання розробив М. Жалдак [6]. Програмно-педагогічні засоби (ППЗ) з оптики, розроблені Л. І. Анциферовим [1], Л. Н. Сосницькою [12], Ю. О. Жуком [7], О. І. Іваницьким [8], Л. Д. Костенко [4], С. М. Гайдуком [5], а також А. Н. Петрицею [11] та ін., що стосуються одного з важливих і складних при інтерпретації комп'ютерного моделювання основного змісту розділу хвильової оптики. Цей розділ фізики вимагає комп'ютерного моделювання очевидних оптичних явищ, але складних для з'ясування їхньої сутності та характеру перебігу самого явища, що дозволяє зробити їх наочними й уможливорює учням зрозуміти взаємозв'язок явища внаслідок їх цілеспрямованої зміни.

**Метою даної роботи** є впровадження ІКТ під час виконання

дослідів та лабораторних робіт з оптики учнями старших класів в умовах профільного навчання.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до сучасної концепції освіти головне місце в активізації пізнавально-пошукової діяльності учнів відводиться новим інформаційним технологіям, які значною мірою впливають не тільки на рівень оволодіння школярами основами фізичної теорії з оптики, а й від них в цілому залежить рівень фізичної освіти випускника, тому комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання зараз уже надаються досить широкі дидактичні можливості.

За цих обставин комп'ютерне моделювання дає можливість: 1) створювати образи як реальних, так і абстрактних процесів, тим самим передаючи сутність того чи іншого явища; 2) додавати мультимедійний супровід (відео, звуки, зображення); 3) активно змінювати положення досліджуваної системи об'єктів, тим самим впливаючи на результат; 4) повторювати відповідні дії необхідну кількість разів; 5) повертатися на будь-який етап роботи, чи проглядати інший сценарій розвитку процесу, незалежно від його черговості та послідовності у процесі перебігу явища; 6) змінювати числові значення відповідних параметрів і встановлювати функціональні їхні залежності і закономірності; 7) опрацьовувати отримані результати, як математично, так і емпірично з можливістю подавати їх як у вигляді табличних, так і графічних інтерпретаціях; 8) одночасно спостерігати й порівнювати кілька процесів, або один і той же процес в різних умовах; 9) розглядати систему об'єктів у динаміці, фіксуючи найменшу їхню зміну.

Відповідно до зазначених можливостей комп'ютерного моделювання під час дослідницької діяльності з оптики учні навчаються

здійснювати спостереження, проводити вимірювання, опрацьовувати й аналізувати дані, оформляти і презентувати здобуті результати. У процесі такої діяльності за комп'ютером учень активно оперує набутими знаннями, вміннями і навичками, здійснює пошукову діяльність і здобуває нові знання в результаті самостійного аналізу фактів, узагальнень та висновків. Все це підносить старшокласників на новий рівень пізнання і чинить великий позитивний вплив на формування його пізнавального інтересу під час вивчення оптики.

Тому використання ІКТ під час фізичного експерименту з оптики в старших класах робить можливим комплексний аналіз досліджуваних процесів та явищ. Під час вивчення одного й того ж фізичного процесу різними методами формують знання учнів про методи дослідження природних явищ. Використання реального шкільного фізичного експерименту й модельного (комп'ютерного) навчального експерименту є взаємодоповнюваними способами вивчення навколишнього світу й законів та закономірностей його розвитку.

Варто зазначити, що під час вивчення оптики, є ряд основних дослідів, які є дуже цінними для навчального процесу. Такі досліди лежать в основі фізичної теорії, вони мають велике пізнавальне та виховне значення, але складні у виконанні, потребують дорогого обладнання і відповідно недоступні для відтворення в умовах шкільного кабінету фізики. Запровадження ІКТ дозволяє розв'язати саме такі проблеми.

Слід приділити увагу можливості зміни виконання окремих лабораторних досліджень їхньою візуалізацією внаслідок використання ППЗ. Зокрема з розділу „Хвильова і квантова оптика” в

11 класі згідно програми для фізико-математичного профілю навчання передбачається виконання таких наступних демонстрацій: утворення інтерференційних смуг, дифракція світла від тонкої нитки, дифракція світла від вузької щілини, спостереження спектра за допомогою дифракційних решіток, поляризація світла, застосування поляроїдів для вивчення механічних напруг у деталях конструкцій (модель), розкладання світла в спектр, досліди з пластинами Френеля, залежність дисперсії дифракційних ґраток від числа штрихів на одиницю довжини, спектроскопи, спостереження голограм, а також лабораторні роботи „Спостереження інтерференції й дифракції світла”, „Визначення довжини світлової хвилі за спостереженням дифракції від щілини”, „Визначення показника заломлення скла за допомогою плоскопаралельної пластинки або призми”, „Визначення головної фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи”, „Визначення роздільної здатності ока”.



Рис. 1. Утворення когерентних хвиль

ППЗ „Бібліотека електронних наочностей 10-11 клас” передбачають виконання вказаних в переліку демонстрацій та лабораторних робіт. Навчальний матеріал в даних ППЗ можна використовувати згідно до параграфів у підручниках з фізики під час вивчення оптики. Демонстрації та

лабораторні роботи мають звуковий супровід.

Цікаво і методично виважено демонструється різні досліди в ППЗ „Бібліотека електронних наочностей 10 – 11 клас” під час вивчення теми „Світлові хвилі і оптичні прилади”. В розділах даного ППЗ розглядаються питання про швидкість світла, закони відбивання і заломлення, когерентність, інтерференція, дифракція, дисперсія та поляризація світла.

Пояснюючи новий матеріал під час вивчення оптики чи вводячи поняття про когерентність, слід використовувати ППЗ (рис.1), що відтворює змістовне фізичне пояснення яскравою анімацією та активізує пізнавально-пошукову діяльність старшокласників, сприяє швидкому та якісному оволодінню знаннями з даної теми. Чітко розкривається визначення когерентності світлових хвиль: „...когерентними є хвилі, якщо різниця фаз коливань, які вони створюють є постійною, а точки, в яких амплітуда максимальна, називаються лініями максимумів, а якщо амплітуда мінімальна – це лінії мінімумів...”. Після даних означень йде мова про інтерференцію світла, тобто ... лінії максимумів і мінімумів чергуються між собою, така картина розподілення амплітуд коливань частинок в середовищі, що не змінюються з часом називаються інтерференційною картиною.”

Також доцільно звернути увагу на застосування інтерференції світла при використанні кілець Ньютона. Відповідно кільця спостерігаються при відображенні світла від плоскопаралельної товстої пластинки і випуклою лінзою великого радіуса кривизни, якщо лінза лежить на пластині.

Слід відзначити, що при вивченні явища дифракції світла на уроці фізики при використанні ППЗ пояснюється



дифракція як фізичне явище, потім дається чітке означення дифракції, спостереження дифракції від тканини, гусячого пера, від отвору малого діаметру, схема виникнення дифракції світла, що відповідно стимулює учнів до активної пізнавальної та самостійної діяльності під час вивчення оптики при використанні засобів ІКТ в умовах профільного навчання. Відповідно дані спостереження учні можуть виконувати як самостійно, так і за допомогою вчителя.

Підсумовуючи сказане, можна зазначити, що ЕОМ у поєднанні з відповідними ППЗ (зокрема ППЗ „Бібліотека електронних наочностей 10 – 11 клас” та ППЗ „Фізична лабораторія 11 клас”) мають достатньо широкі можливості для ефективного запровадження у процесі вивчення оптики в умовах профільного навчання. При цьому, з одного боку, зазнає значного розвитку фізичний експеримент як невід’ємна складова процесу навчання фізики взагалі, а з іншого – розширюються і значною мірою вдосконалюються взаємозв’язки та на досить високому рівні інтегруються фізико-математичні дисципліни, а також посилюються їхні між предметні взаємозв’язки, здійснюється взаємозв’язок експериментального й графічного способів дослідження природних явищ.

**Висновок.** Тому, доцільність застосування інформаційних технологій при вивченні оптики в ЗНЗ різного типу і профілю зумовлена: економією навчального часу за рахунок автоматизації операцій обчислювального характеру; підвищенням наочності матеріалу та полегшенням його сприйняття завдяки компактному і чіткому поданню навчальної інформації; розширення та поглиблення змісту навчання з оптики, що вивчаються завдяки організації експериментально-дослідницької

діяльності старшокласників. Таким чином, можна узагальнити, що ППЗ дозволяє розширити дидактичні можливості навчального фізичного експерименту з оптики. Впровадження даних ППЗ у навчально-виховний процес допомагає учням зрозуміти сутність експерименту, створює можливості моделювання фундаментальних фізичних дослідів з оптики, але з деяких причин, а саме: недосконалість змісту навчального матеріалу, невідповідність його програмі з фізики в 11 класі, унеможлиблює виокремлене його застосування від інших підручників і посібників у випускному класі в профільній школі.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Анциферов Л. И. ЭВИ в обучении физике: Учебное пособие./ Анциферов Л. И. – Курск: КГПИ, 1991. – 181 с.
2. Величко С. П. Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту./ Величко С. П., Вовкотруб В. П. – Монографія. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – 128 с.
3. Величко С. П. Застосування віртуального фізичного експерименту у процесі вивчення броунівського руху/ Величко С. П., Ключник В. В.// Наукові записки. – Випуск 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2006. – Частина 2. – С. 224 – 228.
4. Величко С. П. Вивчення основ квантової фізики: Навч. посібн. Для студ. вищих навч. закладів./ Величко С. П., Костенко Л. Д. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – 274 с.
5. Гайдук С. М. Оптика. Лабораторні роботи з використанням лазера і комп’ютерних програм: Посібник для вчителів / Гайдук С. М., Величко С.П. 2-е вид., перероб. – Кіровоград, ТОВ „Імекс ЛТД”, 2002. – 112 с.
6. Жалдак М. І. Прикладне програмне забезпечення навчального призначення/ Жалдак М. І. // Інформатика. – 2001. - № 48. – С. 9-15.
7. Жук Ю. Використання засобів НІТ у лабораторному практикумі з фізики/ Жук Ю. // Фізика та астрономія в школі. – 2000. - № 3. – С. 35 – 39.
8. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі/ Іваницький О. І. – Запоріжжя: Прем’єр, 2001. – 266 с.

9. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения./ Машбиц Е.И. - М.: Педагогика. – 1988. – 191 с.

10. Національна доктрина розвитку освіти України у ХХІ ст. // Освіта. – 2001. – №60–61. – с. 4.

11. Петриця А. Н. Фізика. Методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт у 7 і 8 класі / Петриця А. Н. / За редакцією професора С. П. Величка. – Кіровоград: ПП „Центр оперативної поліграфії „Авангард”, 2009. – 76 с.

12. Сосницька Н. Л. Сучасні шляхи підвищення ефективності викладання оптики/ Сосницька Н. Л. // Фізика та астрономія в школі. – 1998. - № 2. – С. 30 – 32.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Кузьменко Ольга Степанівна** – аспірантка кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми дидактики фізики.

## ІНТЕГРАТИВНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ’ЯЗУВАННЯ РІЗНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕНОГО СПОСОБУ

**Василь КУШНІР, Ренат РІЖНЯК**

*В статті досліджуються проблеми використання обраного способу для розв’язування різних математичних задач з метою організації інтегративної навчальної діяльності учнів.*

*The article investigates the problems of using the selected method for solving various mathematical problems in order of integrative learning activities of students.*

**Постановка проблеми.** Вивчення будь-якої навчальної діяльності завжди передбачає формування знань, умінь та навичок відповідного профілю або відповідної галузі. Процес об’єднання (інтеграції) розрізнених математичних знань та умінь відіграє важливу роль в організації навчальної діяльності учнів і вказує на такі способи регулювання навчальною діяльністю у процесі розв’язування математичних задач інтегративного змісту: набуття знань про задачу і формування зв’язків між компонентами цих знань; визначення та дослідження особливостей перетворення задачі; формування правил добору та послідовності застосування необхідних перетворень для розв’язання задачі; оцінка можливості використання відомого способу до розв’язування задачі.

Спочатку такі способи регулювання навчальною діяльністю є предметом засвоєння, а вже після формування умінь їх застосування суб’єктами навчальної діяльності перетворюються у способи регулювання саме навчальною діяльністю інтегративного характеру.

**Аналіз раніше виконаних досліджень.** Інтегративний підхід у навчанні дає можливість розглядати зміст навчання окремої дисципліни саме у процесі взаємодії з іншими навчальними дисциплінами, співставляти закономірності та закони навчальної дисципліни, яка вивчається, із закономірностями та законами природи. У [1] та [2] ми вже відзначали, що інтегративна лінія у шкільному курсі математики поступово знаходить більш детальну реалізацію у використанні навчальних математичних задач інтегративного змісту (описове означення поняття задачі інтегративного змісту було надане у цих роботах). Розв’язування таких задач потребує глибоких знань та винахідливості; тут не лише використовуються знання учнів з певної теми, а й виникає необхідність

проведення систематизації та узагальнення здобутих знань з різних розділів шкільного курсу математики в аспекті актуалізації її основних змістовних ліній [1], [3], що в свою чергу вимагає сформованості у суб'єкта навчання певного рівня математичної та інформаційної культури [2], [3].

**Мета статті.** Автори мають намір детально розглянути процес роботи над задачею у контексті оцінки можливості її розв'язування стандартним, наперед заданим (або знайденим) способом, цитуючи Д.Пойа – «погляд назад» [4]. Раніше ми досліджували використання способів організації етапів розв'язування задач (див. [1], [2], [5]). У даній роботі зупинимося на застосуванні у процесі розв'язування різних математичних задач одного і того ж способу (раніше введеного факту) і, як наслідок, дослідимо методичну доцільність використання такого прийому у контексті формування в учнів інтегративних знань і умінь в оперуванні математичним матеріалом.

**Виклад основного матеріалу.** Під інтегрованим образом способу розв'язування групи математичних задач будемо розуміти цілісну структуру знань, умінь та навичок, якою необхідно володіти учневі (суб'єкту навчання) для оцінки можливості розв'язування наперед заданої групи математичних задач обраним способом (або з використанням відомої ідеї, чи заздалегідь вивченого факту). Зазначимо, що як не можна говорити про повний перелік задач, що можуть бути розв'язані обраним способом, так і немає сенсу говорити про найбільший (найповніший) обсяг інтегрованого образу способу розв'язування. Обсяг інтегрованого образу способу розв'язування групи математичних задач будемо визначати у відповідності до поставлених цілей навчальної

діяльності. Визначимо зміст інтегративної навчальної діяльності учнів при розв'язуванні математичних задач наперед обраним способом так:

- формування *інтегрованого образу способу розв'язування*, що представляє собою цілісну структуру знань, умінь та навичок, наявність яких у суб'єкта є умовою володіння обраним способом розв'язування;
- *аналіз* ознак та характеристик компонентів змісту інтегрованого образу способу розв'язування групи задач, їх *порівняння*;
- *абстрагування* від несуттєвих характеристик компонентів інтегрованого образу способу розв'язування групи задач;
- мислення об'єднання компонентів інтегрованого образу способу розв'язування групи задач за їх істотними ознаками – *узагальнення*;
- розподіл компонентів інтегрованого образу способу розв'язування групи задач на взаємопов'язані класи за найбільш істотними ознаками за їхньою подібністю – *класифікація*;
- розділення та подальше об'єднання не окремих компонентів інтегрованого образу способу розв'язування групи задач, а їх класів (наприклад, у вигляді ієрархії) – *систематизація*;
- утворення нового знання про розв'язану групу задач – *синтез* нових знань.

Отже, основна **мета нашого дослідження** буде полягати у тому, щоб *визначити методичні умови, при яких використання для розв'язування групи математичних задач наперед обраного способу розв'язання буде набувати методичної доцільності з метою формування в учнів знань і умінь інтегративної діяльності при продуктивному оперуванні математичним матеріалом.*

Розглянемо проблему розв'язування математичних задач дослідження на прикладі використання знань про основну тригонометричну тотожність  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$  та різних дробово-раціональних співвідношень, що можуть бути зведені через проведення заміни до названої тотожності (наприклад:

$$\left(\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}\right)^2 + \left(\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}\right)^2 = 1, \\ \frac{a^2}{a^2+b^2} + \frac{b^2}{a^2+b^2} = 1 \text{ або } \frac{a}{a+b} + \frac{b}{a+b} = 1 \\ \text{та інші подібні}).$$

**Задача 1. Визначити найбільше та найменше значення виразу:**

$$a \cdot \sin \alpha + b \cdot \cos \alpha,$$

де  $a$  та  $b$  – деякі дійсні числа, не рівні нулю одночасно.

Для розв'язування задачі слід помножити та поділити даний у задачі вираз на  $\sqrt{a^2+b^2}$ . Тоді отримаємо:

$$a \cdot \sin \alpha + b \cdot \cos \alpha = \sqrt{a^2+b^2} \cdot \left( \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}} \cdot \sin \alpha + \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}} \cdot \cos \alpha \right).$$

Оскільки

$$\left(\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}\right)^2 + \left(\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}\right)^2 = 1, \text{ то можна}$$

провести заміну  $\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$  на  $\cos \varphi$ , а

вираз  $\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$  замінити на  $\sin \varphi$  (адже

виконується тотожність  $\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$ ). Скориставшись

формулою синуса суми двох кутів, даний у задачі вираз можна представити так:

$$a \cdot \sin \alpha + b \cdot \cos \alpha = \sqrt{a^2+b^2} \cdot \sin(\alpha + \varphi).$$

Очевидно, що за умови  $-1 \leq \sin(\alpha + \varphi) \leq 1$  найбільшим

значенням виразу буде  $\sqrt{a^2+b^2}$ , а найменшим  $-\sqrt{a^2+b^2}$ .

**Задача 2. Визначити властивості та побудувати графік функції:**

$$y(x) = a \cdot \sin x + b \cdot \cos x.$$

Спосіб розв'язування даної вправи аналогічний до розв'язаної раніше – зводимо задану функцію до вигляду:

$$y(x) = \sqrt{a^2+b^2} \cdot \sin(x + \varphi), \quad \text{де}$$

$$\cos \varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}.$$

Очевидно, що графік отриманої функції відрізняється від графіка функції  $y(x) = \sin x$  паралельним перенесенням

на вектор  $(-\varphi; 0)$  та більшою в  $\sqrt{a^2+b^2}$  рази амплітудою.

Очевидними тепер є і властивості отриманої функції.

**Задача 3. Розв'язати рівняння:**  $a \cdot \sin x + b \cdot \cos x = c$  де  $a, b$  та  $c$  – деякі дійсні числа, не рівні нулю одночасно.

Для розв'язування використовуємо той же спосіб – ділимо обидві частини рівняння на  $\sqrt{a^2+b^2}$ . Отримаємо:

$$\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}} \cdot \sin x + \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}} \cdot \cos x = \frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}},$$

а ввівши додатковий кут  $\varphi$  такий,

$$\text{що } \cos \varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}} \quad \text{і}$$

згорнувши ліву частину рівняння до синуса суми двох кутів, маємо:

$$\sin(x + \varphi) = \frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}}.$$

Отримане рівняння є елементарним і має загальні розв'язки

$$x = (-1)^k \cdot \arcsin\left(\frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}}\right) - \varphi + \pi k, \quad k \in \mathbb{Z}$$

при умові, що  $\left|\frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}}\right| \leq 1$ .

Таким же способом розв'язуються і подібні нерівності.

Очевидно, що вказані задачі можуть породжувати низку задач (чи окремі їхні серії) на застосування описаного способу їх розв'язування. Зазначимо, що тут ми маємо справу ще з однією методичною проблемою, а саме методичною доцільністю використання складання та розв'язування різних задач, породжених задачною темою у формуванні в учнів інтегративних знань і умінь при оперуванні математичним матеріалом.

З метою визначення змісту інтегративної навчальної діяльності учнів у процесі розв'язування зазначених математичних задач наперед заданим способом здійснимо структурний аналіз компонентів інтегрованого образу способу розв'язування та аналіз необхідних знань та умінь (а також їх взаємозв'язків), які слід актуалізувати та відтворити при виконанні зазначених

завдань. Результати такого аналізу показані на рис.1 у вигляді ієрархії компонентів інтегрованого образу способу розв'язування кожної задачі, яка сама по собі у практичному використанні є досить корисною; особливо це стосується підготовки на базі таких структурних аналізів уроків узагальнення та систематизації знань та умінь учнів або розробки з використанням подібних деталізованих схем системи завдань навчального чи контрольного характеру. Дійсно, подана схема ілюструє детальний аналіз компонентів інтегрованого образу способу розв'язування задач у розрізі: *основні поняття*, засвоєння або знання яких необхідне для розв'язування задачі обраним методом або способом; *основні математичні дії та уміння*, виконання яких має бути сформоване в учнів для вільного оперування математичним апаратом у процесі розв'язування; *узагальнені дії*, що мають бути сформовані для оволодіння обраним для розв'язування способом.



Рис. 1. Схема основних компонентів інтегрованого образу при виборі способу розв'язання задач.

Проведемо узагальнення схеми (рис.1), об'єднавши в одній моделі всі можливі компоненти побудованого інтегрованого образу способу розв'язування задач. Отримаємо перелік складних математичних умінь (очевидно, що структура кожного з цих умінь розкривається), які в свою чергу класифікуємо на взаємопов'язані класи за належністю до різних змістовних ліній шкільного курсу математики. На

рис. 2 якраз і зображений продукт систематизації – об'єднання класів компонентів інтегрованого образу способу розв'язування задач. Зв'язки між класами та компонентами інтегрованого образу і становлять продукт операції синтезу нових знань учнів, що набуваються у процесі використання наперед заданого способу розв'язування для різних математичних задач.

Використання введення додаткового кута при розв'язуванні задач 1-3				
Змістова функціональна лінія	Використання загальної схеми дослідження функції	Побудова графіків ф-й методом перетворень	Визначення властивостей функцій	
Змістова лінія геометричних перетворень	Використання геом. перетв. при побудові граф. функцій			
Змістова лінія розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем	Еквівалентні перетворення рівнянь та нерівн.	Розв'язування найпростіших тригоном. рівнянь	Розв'язування найпростіших тригонометричних нерівностей	
Змістова лінія вивчення тотожних перетворень	Тотожні перетворення дробово-раціональних виразів	Тотожні перетворення тригонометричних виразів	Доведення тотожностей	
Загальноматематичні уміння	Побудова математичних моделей задач	Розбиття задачі на підзадачі та синтез розв'язання задачі на основі розв'язання підзадач	Використання введення додаткового кута	Використання аналогії між рац. та тригонометр. тотожностями

Рис. 2. Класифікація складних математичних умінь за належністю до різних змістовних ліній ШКМ.

Зазначимо, що вказані дві задачі не вичерпують можливих варіантів застосування описаного способу розв'язування. Мета написання даної статті потребує деталізації та розкриття методичних умов, при яких використання наперед обраного математичного факту при розв'язуванні різних математичних задач буде набувати методичної доцільності у контексті формування в учнів знань та умінь інтегративної діяльності при

продуктивному оперуванні математичним матеріалом.

### Висновки.

1. Формування інтегрованого образу способу розв'язування задачі з уведенням додаткового кута передбачає детальний аналіз та порівняння ознак і характеристик окремих його компонентів.

2. Вибір множини задач, що розв'язуються наперед заданим способом здійснюється з урахуванням

загальної мети організації навчальної діяльності учнів і залежить лише від планування вчителем можливої широти навчальної діяльності учнів [6]. Тому, модель (схема, характеристики чи кінцевий результат) формування інтегрованого способу розв'язування математичних задач залежать, по-перше, від мети, поставленої вчителем. З іншого боку вибір вже готового способу розв'язування задачі як результат евристичної діяльності не може бути об'єктивно визначений як нераціональний – наперед обраний спосіб розв'язування певної задачі для формування умінь використання саме обраного вчителем способу на практиці однозначно є раціональним.

3. При формуванні інтегрованого образу обраного способу розв'язання серії задач вчитель організовує процес мисленого об'єднання компонентів цього образу за їхніми істотними ознаками; тому у процесі реалізації такого способу продуктивним для використання є метод узагальнення знань та умінь учнів.

4. У процесі планування та підготовки формування інтегрованого образу обраного способу розв'язання серії задач здійснюється розподіл компонентів інтегрованого образу на взаємопов'язані класи за найбільш істотними ознаками їх подібності; у процесі безпосереднього формування інтегрованого образу такого способу розв'язання задач відбувається систематизація – об'єднання компонентів інтегрованого образу у єдину цілісність з подальшим синтезом нових знань. Процес інтеграції знань,

умінь та навичок, що актуалізується для використання обраного способу розв'язування серії задач, зображений на рис. 1 та 2.

Отже, проведені дослідження дає підстави підтвердити доцільність використання обраного способу розв'язання серії задач з метою формування стійких умінь оперування математичним матеріалом.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кушнір В., Ріжняк Р. Формування в учнів складних умінь використовувати моделювання у процесі розв'язування математичних задач інтегративного змісту // Математика в школі. – 2009. – № 5. – с. 13-17.
2. Кушнір В., Ріжняк Р. Розв'язування математичних задач інтегративного змісту засобами комп'ютерного моделювання // Математика в школі. – 2009. – № 10. – с. 34-39.
3. Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: Монографія. – Х.: Факт, 2005. – 360 с.
4. Пойа Д. Как решать задачу. – Москва: Учпедгиз, 1959.
5. Кушнір В., Кушнір Г., Ріжняк Р. Системне моделювання процесу розв'язування текстових математичних задач: кібернетичний підхід // Постметодика. – 2009. – № 4 (88). – с. 22-27.
6. Кушнір В. Системний аналіз педагогічного процесу: методологічний аспект. – Кіровоград: КДПУ, 2001. – 340с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Кушнір Василь Андрійович** – доктор педагогічних наук, професор кафедри математики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Ріжняк Ренат Ярославович** – кандидат педагогічних наук, професор кафедри математики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, декан фізико-математичного факультету.

*Наукові інтереси:* методика навчання математики.



## ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ІНФОРМАТИКИ

Ірина ЛУПАН

*Статтю присвячено досвіду підготовки майбутніх вчителів інформатики до проведення позакласної роботи з інформатики в школі, описано систему наскрізної методичної підготовки, що склалася на кафедрі інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету.*

*The article deals with experiences of future informatics teachers for the extracurricula work with infomanics in school, described the system of cross-cutting methodological training that occurred at the Department of Informatics Kirovograd State Pedagogical University.*

### **Постановка проблеми.**

Позакласна робота є органічною складовою навчально-виховного процесу. Різноманіття її форм та методів сприяє ефективному її запровадженню у навчальних закладах різного типу, при роботі з різними колективами учнів. Вчителі з цікавістю ставляться до методичних матеріалів з позакласної роботи та охоче діляться власним досвідом [3, 6]. Однак серйозних досліджень або методичних рекомендацій стосовно підготовки майбутніх вчителів до організації позакласної роботи з інформатики знайти важко. В основному форми позакласної роботи розглядаються лише оглядово [9, 13], хоча проводяться дослідження, присвячені безпосередньо обговорюваній тематиці [1, 8, 4].

Основні отримані результати роботи мають певні особливості і потребують спеціальної уваги. На кафедрі інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка склалася система позакласної роботи. Вона передбачає участь студентів у позакласних заходах на різних етапах організації участі та спостереження й оцінки результатів позакласної роботи. Таким чином за роки навчання кожен

студент так чи інакше залучається до усіх аспектів позакласної роботи з фаху.

На молодших курсах, як правило на другому, студенти педагогічних спеціальностей зі спеціалізації “Інформатика” беруть участь у позакласному заході (зазвичай КВК) як учасники змагання. Ця участь, за умов належної підготовки збагачує їхній досвід позитивними відчуттями, певним чином згуртовує групу, дає можливість проявитися власні особисті риси та уподобання і як ерудит, і як артист.

Під час вивчення курсу методики навчання інформатики на рівні «бакалавр» розробка позакласних заходів виноситься на самостійну роботу, з попереднім обговоренням видів позакласної роботи та дидактичних, виховних і розвивальних цілей, на досягнення яких спрямовано різні види позакласної роботи та різні види діяльності. Спочатку студенти готують газету, кросворди та ребуси інформатичного змісту, а головним завданням є підготовка та проведення позакласного заходу для студентів молодшого курсу.

Основними умовами проведення заходу є обов’язкова участь усіх студентів групи та оригінальність сюжету (принциповою є відмова від копіювання з інших джерел будь-яких зразків сценаріїв та окремих їх частин). Найкращою формою такого заходу виявився КВК (хоча інші форми також можливі), оскільки при сталій структурі (привітання, розминка, конкурси та домашнє завдання), по-перше, досить легко витримати регламент (захід має тривати не більше однієї пари, тобто до 1,5 години); по-друге, виявляється



можливим, розподілити різні види роботи між студентами (одні готують конкурси з усім необхідним для них реквізитом, інші – працюють з командами, консультують та підбадьорюють їх; треті учасники добирають питання для вікторини-розминки і так далі); по-третє, обрана тема змагання не обмежує творчість учасників або авторів сценарію, а навпаки дає поштовх для фантазії; по-четверте, така форма заходу є найбільш масовою, адже крім команди, що виступає на сцені, до КВК буде залучено й інших учасників групи: як уболівальників, глядачів, гримерів, реквізиторів тощо.

Серед заходів, які найбільшою мірою запам'яталися і учасникам, і організаторам, були КВК “В школу привезли комп'ютер” (2003 р.), “Лицарський турнір” (2005 р.), “Комп'ютерне село” (2008 р.), “Студент майбутнього” (2010 р.).

Особливо варто виділити захід, ідея якого від початку і до кінця належить студентам тоді четвертого курсу, – це “гумористична” конференція (2006 р.). За задумом авторів, кожна команда учасників (науково-дослідницька група) мала представити явище (з певної галузі – фізики, математики або інформатики) та довести виявлені під час його дослідження закони. Джерелом натхнення та фоном для подібного заходу стали наукові баталії бакалаврів та магістрів середньовіччя. Організатори також виявили бажання брати участь у змаганні. Однак популяризувати таку форму позакласної роботи не вдалося саме через її виняткову оригінальність.

Формування провідної теми позакласного заходу відбувається під час мозкового штурму, де кожний студент має право висловити свої думки. Разом з темою обговорюються можливі пов'язані єдиною змістовою

лінією етапи КВК. Із запропонованих варіантів обирається найкращий, як правило найбільш цілісний та такий, що не обмежує фантазію команд-учасників.

Оригінальність знайденого рішення робить кожен КВК неповторним та яскравим. Причому усі спроби опублікувати розроблені сценарії потерпіли поразку: неможливо закарбувати притаманний усім таким заходам “дух творчості”, як неможливо виготовити зліпок морської хвилі. Цінність таких позакласних заходів насамперед в їхній актуальності, спрямованості на аудиторію та можливості організаторів. Щоразу дивує добір питань для вікторини (розминки): до розробки питань залучаються найкращі інформатики, а вони, як показує досвід, слідкують за основними тенденціями в галузі інформаційних технологій, змінами апаратних та програмних засобів.

У кожному КВК з'являються зовсім нові конкурси, причому за умовою вони так чи інакше мають бути пов'язані з інформатикою (змістом або ж застосованими при підготовці технологіями). Навіть добір призів командам-учасникам вирішується як творча задача, адже з мінімальними витратами слід дотепно та в стилі обраної сюжетної лінії відзначити і переможців, і переможених.

Ще однією з умов є проведення самого КВК як факультетського заходу та обов'язкова присутність на ньому усіх студентів групи-організатора.

Підготовка такого заходу ставить студентів-старшокурсників у ситуацію близьку до реальної шкільної, з одного боку, і, з іншого, дозволяє обрати саме ту ділянку підготовчої роботи, яка найбільше подобається. Тому зазвичай старшокурсники з ентузіазмом беруться до роботи і не рідко з успіхом використовують свій колективний,

апробований сценарій під час педагогічної практики.

Продовжується підготовка до проведення позакласної роботи вже на п'ятому курсі в рамках спецкурсу "Олімпіадні задачі з інформатики". Підготовка учнів до предметних олімпіад та розробка завдань для відповідних олімпіад шкільного (першого) етапу – ще один вид менш масової, однак не менш важливої форми позакласної роботи. Враховуючи успіхи кіровоградських (олександрійських) школярів на обласних та українських школярів на міжнародних олімпіадах з інформатики, матеріали для підготовки до олімпіад досить широко публікуються, наприклад, в журналі "Комп'ютер в школі та сім'ї" або окремими виданнями [5, 12], для підтримки олімпіадного "руху" створено декілька сайтів, зокрема [14, 15]. Однак розв'язування олімпіадних задач, методика навчання програмування – це питання для окремої розмови. На жаль, у вказаних публікаціях не відображено методику організаційної роботи з учнями. Було б цікаво ознайомитися з досвідом Заслуженого вчителя України Валентина Івановича Мельника (вчителя інформатики Ліцею інформаційних технологій Олександрійської міської ради, випускника нашого факультету) та інших вчителів, які успішно готують своїх учнів до участі у фахових олімпіадах з інформатики та інформаційних технологій.

Між тим студенти нашого факультету можуть набувати досвід власне організації та проведення олімпіад у вигляді пасивної практики, виконуючи обов'язки волонтерів-спостерігачів під час проведення обласного (третього) етапу, який протягом декількох років, починаючи з 2005 р. проводиться на базі комп'ютерних класів університету.

Студенти знайомляться із завданнями, беруть участь у розборі задач після олімпіади, мають можливість аналізувати учнівські роботи.

Крім перелічених форм позакласної роботи корисними є і такі, як підготовка до дня відкритих дверей факультету: протягом кількох останніх років студентам третього курсу, які щойно розпочали вивчення методики інформатики, доручається підготувати заняття для учнів випускного класу, запрошених знайомитися з факультетом. Тут важливо показати учням нове, цікаве для кожного із запрошених, і дати можливість кожному навчитись працювати з незнайомим програмним забезпеченням, відчутти або познайомитися з новими функціями відомого.

**Висновки.** Неможливо переоцінити виховний та дидактичний потенціал вдало застосованих проектних методик, які набули поширення останнім часом [10, 11]. Досвід підготовки навчальних проектів студенти отримують в рамках самостійної роботи з інформатики та методики навчання інформатики упродовж усього періоду навчання на факультеті [2, 7].

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Алексеев А. В. Методическая система организации внеклассных мероприятий по информатике: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. - Красноярск, 1998. – 177 с.
2. Болілий В.О., Копотій В.В., Котяк В.В. Використання MEDIAWIKI при організації самостійної роботи студентів // Самостійна робота студентів та її інформаційно-методичне забезпечення: проблеми, досвід, методика: Методичний вісник. – Випуск 2. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2009. – С. 56-64.
3. Брейн-ринг з інформатики: Посібник. /Упорядник Н.В.Вовковінська. – К.: Шк. світ, 2007. – 128 с.
4. Гафиуллина О.Н. Практическое изучение методики внеклассной работы по информатике. // Информатика и образование. – 2007. – №5. – С. 83-94.

5. Готуємося до олімпіад з інформатики. / Упоряд. І.Скляр. – К.: Ред. загальнопед. газ., 2005. – 128 с.
6. Кудинова В.И. Внеклассная работа по информатике. // Информатика и образование. - 2001. – № 1. – С. 35.
7. Лупан І.В., Копотій В.В. Навчальні проекти для майбутніх вчителів // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск V. – Т.3: Теорія та методика навчання інформатики. – Кр. Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2005. – С. 165-169.
8. Малев В.В., Малева А.А. Внеклассная работа по информатике: Учебно-методическое пособие для студентов физико-математического факультета. – Воронеж: ВГПУ, 2003. – 152 с.
9. Морзе Н.В. Методика навчання інформатики: Навч. посібник: У 4-х частинах. / За ред. акад. М.І. Жалдака. – Ч.1: Загальна методика навчання інформатики. – Київ: Навчальна книга, 2003. – С. 170-178.
10. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст]: учебное пособие / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е.

Петров; под ред. Е. С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 224 с.

11. Патаракин, Е.Д. Реализация творческих и воспитательных возможностей информатики в сетевых сообществах [Текст] // Педагогическая информатика, 2006. – №1. – С. 3–11.

12. Порублёв И.Н., Ставровский А.Б. Алгоритмы и программы. Решение олимпиадных задач. – М.: ООО “И.Д. Вильямс”, 2007. – 480 с.

13. Софронова Н.В. Теория и методика обучения информатике: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2004. – С. 116-122.

14. <http://www.olymp.vinnica.ua/>

15. <http://www.uoi.kiev.ua/>

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Лупан Ірина Володимирівна** - кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, декан фізико-математичного факультету.

*Наукові інтереси:* методика навчання інформатики.

## МЕТОД ДИДАКТИЧНОГО ЕКЗЕМПЛЯРИЗМУ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

**Наталія МАНОЙЛЕНКО**

*В статті розглядаються чинники фокусного формування кваліфікаційних якостей майбутніх учителів технологій через принцип дидактичного екземпляризму в плані використання нових побутових засобів. Наведені варіанти робіт лабораторних практикумів і фрагменти основного змісту експериментальних завдань.*

*In the article the factors of the focal forming of qualifying qualities of future teachers of technologies are examined through principle of didactics specimenism in the plan of the use of new domestic facilities. The variants of works of laboratory practical works and fragments of basic maintenance of experimental tasks are resulted.*

**Актуальність проблеми.** Впровадження мікроелектронних засобів у процес підготовки вчителів технологій, окрім традиційних дидактичних завдань, виконує завдання

профільного спрямування, а, отже, ґрунтується на принципах і методах, що відповідають теоретико-методологічним основам профільного навчання. Серед них вагомими є: принцип особистісно орієнтованої та профільної освіти, принцип компетентнісної освіти, принцип креативної освіти, принцип розвивального, творчого навчання, принцип відповідності засобів навчання меті та завданням профільного напряму підготовки фахівців.

Підготовка фахівців педагогічної галузі до використання сучасних засобів у професійній діяльності тісно пов'язана з дидактичною системою, що ґрунтується на концепції *креативної*

освіти і має органічно поєднані між собою зміст, форми, методи, прийоми, засоби навчання. Наші дослідження показали, що провідним методом креативного навчання у підготовці вчителів трудового навчання має стати дослідницький метод навчання, як це успішно реалізується для профільного навчання в старшій школі у класах природничого профілю [2, с.8-9]. Організація креативного навчання узгоджується з головними етапами наукового дослідження як творчого процесу. Актуальність та необхідність дослідницького підходу ми пов'язуємо з компетентнісним підходом до формування предметних компетентностей. Набуттю останніх сприяє дослідницький підхід, за якого ідеями досліджень пронизані всі форми навчальної роботи: лекції, практичні, лабораторні заняття, індивідуальна та самостійна робота, курсові та дипломні роботи. Дослідницький підхід реалізується через дослідницьку діяльність та дослідження, рефлектуванням яких набувається індивідуальна, особистісна методологія проведення дослідження. Відповідно креативний навчальний процес потребує застосування таких засобів, які враховують актуальність професійної підготовки, відповідного наповнення змісту, форм, методів, принципів, концепцій навчання.

**Мета статті.** За умов стрімкого впровадження мікроелектронних засобів у всі сфери діяльності людини змістом підготовки майбутніх учителів технологій неможливо охопити ознайомлення з усіма існуючими новими засобами, пристроями, вузлами тощо, виконаними на базі мікроелектроніки, а лише з окремими з них. Тому до концептуальних принципів належного формування і застосування засобів мікроелектроніки в професійній підготовці майбутніх учителів технологій вважаємо на

необхідне додати дидактичний *принцип екземпляризму (екземплярності)* і показати як він спрацьовує у процесі підготовки майбутнього вчителя.

**Аналіз попередніх досліджень.** В основі теорії дидактичного екземпляризму лежить принцип “*pars pro tote*” (частина замість цілого), суть якого полягає в тому, щоб на прикладі репрезентативних фрагментів навчального матеріалу ознайомити студентів із темою в цілому [1, с. 152]. Принцип екземплярності застосовують за умов подолання суперечності, пов'язаної із постійним зростанням обсягу змісту освіти, викликаного прогресом науки та можливостями і обмеженнями обсягу навчальних дисциплін у рамках навчального процесу. Застосування принципу «екземплярності» дає можливість на основі завдання, досліду, лабораторної роботи розкрити зміст і сформулювати цілісні уявлення про ті чи інші пристрої, установки, вузли чи прилади, виконані на базі мікроелектроніки, «екземплярно» продемонструвати їх практичне значення в інших галузях і побуті, сформулювати специфічні вміння для грамотної їх експлуатації у подальшій професійній діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Методом екземпляризму варто керуватись під час добору та організації виконання робіт лабораторного практикуму з фізики на молодших курсах. Роботи з електродинаміки мають включати дослідження дії основних мікроелектронних елементів: діодів, транзисторів, теристорів тощо, а також ряду елементів і вузлів, виконаних в одному корпусі – мікросхемі. Перенесення одержаних знань і вмінь пізніше здійсниться в процесі дослідження роботи більшості побутових приладів, зокрема їхніх елементів: випростовувачів змінного струму, підсилювачів сигналів, джерел вторинного електроживлення,

автоматичних пристроїв тощо. Разом з тим заслуговує на увагу експериментальне вивчення дії і використання таких вузлів і елементів, як лічильники імпульсів, суматори, перетворювачі кодів, запам'ятовуючі пристрої. Названі вузли не обов'язково мають увійти до переліку лабораторних робіт з фізики, але вони увійшли до переліку першого циклу лабораторних робіт з курсу «Контрольно-інформаційні машини та основ автоматизації виробництва» (КМІ та АОВ).

Для організації експериментального вивчення кожного специфічного засобу з елементами мікроелектроніки варто керуватись і дотримуватись перевіреної в методичному контексті послідовності з'ясування таких аспектів: призначення засобу, пристрою чи вузла, принцип його дії, структурної схеми, будови, правил і меж використання, можливої сфери застосування [3, с. 24].

Використанню принципу «екземпляризму» має передувати достатня теоретична підготовка за програмами відповідних дисциплін. Так, наприклад, у підготовці вчителів технологій не оминати вивчення і застосування різноманітних датчиків. Відповідно під час вивчення курсу загальної фізики необхідно достатньо уваги приділяти фізичним основам перебігу відповідних процесів, з одного боку, та трансформувати їх до будови, принципів функціонування і застосування датчиків, з другого. Належна увага, наприклад, має приділятися вивченню і дослідженню залежності опору провідників і напівпровідників від температури (лінійності чи не лінійності такої залежності), а також від їхніх геометричних розмірів і матеріалу. Зміст такого матеріалу має бути охоплений експериментальними завданнями, завершальною метою

виконання яких є дослідження функціонування і використання термо- і тензодатчиків.

Детальніше ознайомлення з теоретичними основами і формуванням цілісних уявлень про відповідні мікроелектронні засоби здійснюється через самостійну підготовку, до змісту якої мають включатись відповідні завдання теоретичного плану. Зокрема, до вивчення різноманітних датчиків вагомим значенням набуває з'ясування сутності й результатів таких питань:

1. З якого матеріалу доцільно виготовити термодатчик для електронного термометра, що використовується для вимірювання температури повітря?

2. Для якого діапазону температур доцільно використовувати напівпровідниковий термодатчик?

3. Які особливості термопари як термодатчика для електронного термометра?

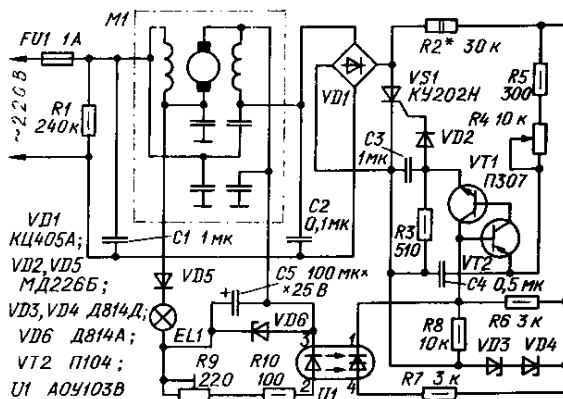
4. Як практично можна змінювати опір провідника через зміну його геометричних розмірів?

5. Яким чином доцільно вмикати тензорезистори в електричне коло тензодатчика для збільшення його чутливості?

Звернення до принципу екземпляризму ефективне під час вивчення дії і використання мікроелектронних вузлів у побутових засобах. Зокрема, у професійній діяльності вчителів технологій використовується широке коло засобів з регулюванням температури: електропраски, пральні машини, автомати, нагрівальні прилади тощо. Практично у кожному із пристроїв присутній такий прилад, як оптрон. Детальне вивчення будови кожного засобу окремо для з'ясування місця і ролі оптрона за умов відведеного навчального часу не можлива. Відповідно необхідно на одному прикладі (екземплярно) вивчити

загальні поняття, будову і дію оптрона з подвальшим перенесенням знань і вмінь про такий вузол у промислових пристроях та побутових засобах.

На рис. 1 зображено принципову схему використання дії оптрона в системі автоматичного регулювання швидкості обертання ротора привідного електродвигуна, встановленого в педалі швейної машини. Аналогічну роль виконує оптрон в системах регулювання і стабілізації температури в інших засобах: мікрохвильових печах, електроплитах, холодильних машинах, пральних машинах-автоматах тощо.



*Рис. 1.*

Нами запропонована робота практикуму «Дослідження роботи мікросхеми КР152ПВ2А», спрямована на вивчення її функціонування, виконання ряду функцій, з'ясування особливості використання.

Відповідно студенти визначають з  
можливості її використання в інших

пристроях і вузлах, зокрема, в електронних термометрах, електронних вагах тощо, які ефективно використовуються у професійній діяльності вчителів технологій.

Широке використання засобів з програмованим керуванням потребує формування у фахівців цілісних уявлень про будову і функціонування засобів програмного керування. Останні характерні для пральних машин-автоматів, сучасних швейних машин, ксероксів, різних побутових комбайнів тощо.

Організація постановки і виконання експериментальних завдань щодо дослідження роботи і використання таких вузлових пристроїв, як аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворювачів, слідкуючої системи, систем автоматичного регулювання з подальшим перенесенням на сучасні побутові заходи – дієвий шлях вирішення проблеми через метод дидактичного екземплярizmu.

**Висновки.** Отже, в процесі професійної підготовки майбутніх учителів технологій застосування принципу екземпляризму є дуже доречним, бо дає змогу фокусно показати: застосування теоретичних знань у професійній діяльності, галузі; роль навчального експериментування, методів і засобів для дослідження виробничих процесів; міжпредметні зв'язки природничих дисциплін; застосування мікроелектронних засобів для дослідження перебігу таких процесів і використання у подальшій професійній діяльності, на практиці.

Реалізація цього принципу є ефективною за умов:

1) дидактичні засоби мають застосовуватись з концептуальних позицій діяльнісного, компетентнісного, особистісно-



орієнтованого, розвивального підходів до профільного навчання з упровадженням дослідницького, творчого, практично-орієнтованого характеру навчання;

2) забезпечення природничого напрямку навчання завдяки профільно-професійному наповненню його змісту;

3) поглиблення практичного, прикладного та політехнічного спрямування базових природничих навчальних дисциплін у контексті їх інтеграції з фаховими дисциплінами;

4) охоплення змістом та експериментальними завданнями теоретичних основ будови і дії елементів, вузлів і цілих приладів чи установок, дослідження структурних схем їх будови, дії і використання.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Галузяк В. М. Педагогіка: навч. посіб. для студ. пед. вузів / В. М. Галузяк, М. І. Сметанський, В. І. Шахов – Вінниця : Віноблдрук, 2003. – 416 с. – С. 152.
2. Сологуб А. Дидактичні засади профільного навчання у природничо-науковому ліцеї/ Сологуб А. // Рідна школа. – 2003. - №3. – С. 8-10
3. Усова А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / Усова А. В., Бобров А. А. – М. : Просвещение, 1988. – 112 с.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Манойленко Наталія Володимирівна** – асистент кафедри загально технічних дисциплін та методики трудового навчання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* формування професійної компетентності майбутніх учителів до використання мікроелектронних засобів у професійній діяльності.

# ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДО ФОРМУВАННЯ ТВОРЧО-ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ В УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

**Наталія МИРОНЕНКО**

*Обґрунтовуються потреба формування і розвитку у майбутніх учителів трудового навчання творчо-інтелектуальних здібностей, що є основою технологічної грамотності таких фахівців і розглядається як основне завдання вищих навчальних закладів, що здійснюють професійно-педагогічну їхню підготовку.*

*Substantiated the need for formation and development of future teachers of labor studies the creative mental abilities that are the basis of such technological literacy specialists and is considered as the main task of higher education engaged in teaching their vocational training.*

**Постановка проблеми.** Сучасний стан економіки та розвитку суспільства ставить завдання перед загальноосвітніми навчальними закладами модернізувати зміст, форми і методи організації навчально-

виховного процесу на засадах освітніх інновацій, розробити науково-методичне забезпечення процесу впровадження нових навчальних предметів та ефективного їх викладання. Тому особливого значення набуває особистісно зорієнтоване навчання, де центральне місце займає спрямованість з позиції вчителів.

Зосередженість на потребах освіти і розвитку учнів передбачає пряму залежність проектування навчального змісту і методичного забезпечення від вікових та індивідуальних особливостей школярів. Основою всіх перетворень має стати реальне знання потенційних можливостей дітей, прогнозування потреб і моделей розвитку особистості учня [9].

У зв'язку з цим організація навчально-виховного процесу з підготовки майбутніх учителів вимагає оновлення навчальних планів і програм, зокрема варіативної складової, що зумовлює розробку нових спецкурсів та факультативів.

**Аналіз попередніх дослідів і публікацій.** Проблему формування особистості майбутнього вчителя до педагогічної діяльності у психологічному аспекті розкриває А.Щербаков [13.]. Дослідник стверджує, що висока професійність вчителя залежить від трьох факторів: вміння органічно поєднувати інформаційну функцію з функціями прогнозування та керування процесом розумового розвитку і виховання; творчого ставлення до своєї діяльності; уміння бачити у дитині не тільки об'єкт, але й суб'єкт дії.

При цьому формування особистості та професійна підготовка майбутнього вчителя розуміється автором, як єдиний і нерозривний процес. А.Щербаков висуває припущення, що суттєвих успіхів можна досягти у вдосконаленні професійної підготовки майбутнього вчителя ще у період навчання у вищому навчальному закладі освіти, якщо надати лабораторно-практичним заняттям характер дослідження педагогічних явищ та процесів, також реорганізувати педагогічну практику у школі, спрямувавши її на виявлення та аналіз явищ і процесів навчання й виховання. Значним фактором у цьому процесі є розуміння науково-методичного рівня викладання психолого-педагогічних та методичних дисциплін, їх зближення та взаємозв'язок. Для ефективного вирішення поставлених завдань професійної підготовки майбутнього вчителя можливе введення також спеціальних курсів або семінарів.

У психолого-педагогічній літературі структура педагогічної діяльності вчителя складається з таких функцій: конструктивна; організаційна; комунікативна; дослідницька; інформаційна; розвиваюча; орієнтаційна; мобілізаційна.

А. Щербаков обґрунтував групи загальнопедагогічних функцій учителя, таких як: інформаційної, мобілізаційної, розвиваючої та орієнтаційної, як основних, що забезпечують ефективну взаємодію між суб'єктом та об'єктом виховання [13]. Саме розвиток цих функцій ще під час навчання у вищому закладі освіти повинен сприяти вдосконаленню психолого-педагогічної підготовки майбутнього вчителя.

З точки зору психології та педагогіки М. Гоноболін [6] висвітив особливості професії вчителя, підкреслюючи, що специфічна праця педагога вимагає особливих якостей розуму, почуттів, волі. Вивчення та узагальнення досвіду учителів учений розглядав шлях формування та розвитку професійно-педагогічних якостей особистості педагога. Автор підкреслює, що знання програмного матеріалу вчителем та передача його учням - ця два різних процеси. Успіх останнього значною мірою визначається методикою навчання, яка базується на знаннях психологічних особливостей дітей [6].

Формування професійно-педагогічної спрямованості студентів В.Шуман пов'язує з активізацією пізнавальної діяльності студентів у педагогічному ВНЗ [12, с.21-27.]. Виникнення та активізація пізнавальної діяльності, на його думку, відбувається тоді, коли зовнішні стимули навчання переходять у соціально значущі мотиви пізнавальної діяльності. При цьому виділяє наступні мотиви: соціальні; пізнавальні; самоствердження; професійні; ті, що пов'язані зі страхом



перед невдачами; мотиви особистої зручності [12, с.178-185.].

Питанням професійно-педагогічної підготовки вчителів трудового навчання приділяється увага у працях С.Баташева [2;3], Є.Білозерцева [4], Ю.Васильєва [5], М.Жиделева [8] та ін.

Багато досліджень присвячено питанням професійно-педагогічної підготовки вчителя трудового навчання: В.Гончаренко [7] досліджував підготовку майбутніх учителів праці та фізики до сучасного політехнічного навчання учнів; В. Кузьменко [10] розглядав дидактичні умови формування трудових умінь та навичок у студентів факультетів підготовки вчителів трудового навчання; а підготовку студентів загальнотехнічних факультетів до керівництва технічною творчістю учнів досліджував А. Плутук [11].

**Мета дослідження.** Складність дослідження з проблеми підготовки майбутніх вчителів технологій до формування в учнів основної школи творчо-інтелектуальних здібностей полягає у тому, що в її основі є професійно-педагогічна підготовка, поряд із якою треба виявляти та розвивати творчо-інтелектуальні здібності самих майбутніх педагогів, а також паралельно готувати майбутніх учителів технологій до формування цих здібностей в учнів.

Тому, розглянувши професійно-педагогічну діяльність майбутнього вчителя технологій ми вивчали питання підготовки вчителя до розвитку в учнів творчо-інтелектуальних здібностей.

**Виклад основного змісту.** Аналіз наукових джерел свідчить, що стосовно розвитку творчих та інтелектуальних здібностей існують різні підходи: одні автори вважають, що творчі та інтелектуальні здібності даються людині при народженні, інші стверджують, що ці здібності потрібно розвивати.

З-поміж відомих дослідників проблему розвитку здібностей особистості розглядали В. Дружинін, Н. Лейтес, В. Моляко, О. Кульчицька, Н. Хазратова, М. Холодна й інші дослідники.

При професійно-педагогічній підготовці майбутнього вчителя технологій до формування в учнів творчо-інтелектуальних здібностей ми маємо наголошувати на тому, що вчитель технологій повинен навчити учнів уміти самостійно формувати мету та визначати шляхи її досягнення. В умовах цієї парадигми освіти вчитель технологій виступає в ролі організатора всіх видів діяльності учнів як компетентний консультант і помічник. Його професійні вміння повинні бути спрямовані не просто на контроль знань та умінь учнів, а й на всебічний розвиток особистості школяра, що значно складніше та вимагає від педагога більш ґрунтовної підготовки.

Проблема сьогодні полягає в тому, щоб забезпечити вчителя технологій різноманітними методами та механізмами реалізації поставленого ним завдання у реальному навчальному процесі з урахуванням інтересів та здібностей учнів, а також і його особистої творчої індивідуальності.

Для загального керівництва творчо-інтелектуальною діяльністю школярів на уроках «Трудового навчання» та позанавчальній діяльності учитель технологій має оволодіти алгоритмами творчого процесу й уміти будувати відповідні моделі різноманітних креативних рішень, а також створювати найсприятливіші умови для цього виду діяльності. Вчитель технологій повинен спрямовувати свою роботу на виявлення і цілеспрямований розвиток творчо-інтелектуальних здібностей. У своєму дослідженні ми висловлюємо думку, що здібності й нахили до творчості можна розвинути,

поставивши учня в певні умови, за яких він буде вимушений самостійно щось створювати. Для цього учителю технологій необхідно добре оволодіти методами і засобами, які розвивають творчо-інтелектуальні здібності особистості.

Кожному вчителю технологій варто пам'ятати, що у процесі розвитку творчо-інтелектуальних здібностей учнів, завжди необхідно добре відчувати спрямованість дітей, розуміти, який саме матеріал на цьому уроці вони будуть сприймати краще і, за необхідності, вміти змінити структуру заняття за тих чи інших обставин для покращення його ефективності.

Саме роль учителя технологій у формуванні творчо-інтелектуальних здібностей є провідною і тому перед вищою школою стоїть завдання підготувати фахівця, здатного розвивати такі здібності в учнів.

Тому важливо, щоб професійно-педагогічна підготовка вчителів, здатних виявити та розвивати творчо-інтелектуальні здібності, здійснювалась і включала в себе як ґрунтовну теоретичну базу, так і можливість застосування своїх знань на практиці. Аналізуючи програму підготовки майбутнього вчителя технологій, ми виявили, що розвитку творчо-інтелектуальних здібностей приділяється недостатньо уваги. Тому, на нашу думку, до навчальних планів з підготовки вчителів даного профілю слід вносити спецкурси, факультативи, які сприяли б формуванню готовності студентів до розвитку творчо-інтелектуальних здібностей, оскільки саме програма з трудового навчання передбачає розвиток цих здібностей у школярів.

На уроках трудового навчання, на відміну від багатьох інших навчальних предметів, у школярів є можливість розкрити свої здібності до різних видів

діяльності, а вчитель може показати їм взаємозв'язок між виробництвом, технікою і мистецтвом. Саме вчитель технологій має можливість дати учням працювати в команді, опановувати навичками різних видів діяльності, розвивати здібності, і бачити кінцевий результат праці.

Під час професійно-педагогічної підготовки майбутніх учителів технологій обов'язково слід підкреслювати, що саме вони мають організовувати навчально-виховний процес так, щоб учні не тільки усвідомили суспільно корисне значення своєї праці, але й змогли б виявити свої творчо-інтелектуальні здібності, реалізувати їх у повсякденному житті. На уроках трудового навчання вчителі технологій навчають учнів умінням працювати самостійно, творчо і це відбувається саме під час конструювання, оздоблення виробів. Характер завдань, які пропонує вчитель учням, постійно має змінюватися відповідно до змін у суспільстві, що стимулюватиме учнів до здійснення трудової діяльності.

Разом з тим майбутній учитель технологій повинен знати, що ефективність розвитку творчо-інтелектуальних здібностей багато в чому залежить від матеріалу, який він буде використовувати на уроці. Використання лише шкільних підручників не дає змоги розвивати творчо-інтелектуальні здібності учнів, а лише допомагає школярам оволодіти знаннями, які вимагає від них програма. Якщо вчитель не в змозі створювати завдання з розвитку творчо-інтелектуальних здібностей самостійно, то він має користуватися спеціальною методичною літературою. Така література повинна містити у собі як основні теоретичні положення, так і практичні завдання, спрямовані на розвиток творчо-інтелектуальних здібностей школяра.

Інтегруючим фактором у системі підготовки майбутніх вчителів технологій, що забезпечує цілеспрямованість їх підготовки з цього напрямку, є спецкурс «Основи розвитку творчо-інтелектуальних здібностей учнів на уроках трудового навчання». Наше дослідження свідчить, що для успішної навчально-виховної діяльності з даної проблеми майбутні вчителі технологій повинні засвоїти певний додатковий теоретичний матеріал та оволодіти відповідною практичною діяльністю. Тому до розробленого нами спецкурсу ставляться такі завдання:

- забезпечити інтерес, практичну спрямованість на вирішення проблем розвитку творчо-інтелектуальних здібностей школярів;

- озброїти майбутніх учителів технологій системою знань, умінь та навичок про творчо-інтелектуальні здібності та їх розвиток;

- сформувати систему умінь і навичок практичної виховної діяльності;

- розвивати професійні якості особистості вчителя (емпатію, рефлексію, аналітичні та логічні здібності, педагогічний такт тощо).

Зміст запровадженого спецкурсу уможливорює підготовку майбутніх учителів технологій до організації роботи з розвитку в учнів основної школи творчо-інтелектуальних здібностей на уроках трудового навчання. Майбутнім учителям технологій пропонуються практичні роботи, метою яких є вивчення особливостей розвитку в учнів основної школи творчо-інтелектуальних здібностей та розробка завдань із розвитку таких здібностей.

#### Висновки.

Створення альтернативних типів шкіл, визнання за кожною школою права мати свій неповторний образ, працювати за

авторськими програмами потребує учителів з інноваційним мисленням, здатних усвідомлено взяти на себе відповідальність як за особистість учня, що постійно розвивається, так і школи як системи, що перебуває у процесі свого становлення і розвитку. Технологічна грамотність майбутнього вчителя дає змогу йому глибше усвідомити своє істинне покликання, реально оцінити потенційні можливості, і бачити педагогічний процес з позиції його кінцевого результату. Саме формування такої грамотності майбутніх учителів технологій і є одним із основних завдань вищих навчальних закладів у їх професійно-педагогічній підготовці.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Батышев С.Я. Научная организация учебно-воспитательного процесса. - М.: Высшая школа, 1980. - 450 с;
2. Батышев С.Я. Производственная педагогика. - М.: Машиностроение, 1974. - 672 с;
3. Батышев С.Я. Трудовая подготовка школьников. - М.: Педагогика, 1981. - 192 с
4. Белозерцев Е.П. Учитель труда: состояние и перспективы профессиональной подготовки // Советская педагогика. - 1983. - №6. - С. 93-99
5. Васильев Ю.К. Изменение содержания труда рабочих в свете научно-технического прогресса. - М.: Педагогика, 1972. - 272 с
6. Гоноболин Н.Д. Книга об учителе. - М.: Просвещение, 1985. - 260 с
7. Гончаренко В.Г. Профессионально-педагогическая подготовка будущих учителей труда и физики к современному политехническому обучению учащихся /на материале изучения радиоэлектроники и микропроцессорной техники/: Автореф. дис...канд.пед.наук: 13.00.01 / Брянск. гос.пед.ин-т. - Брянск, 1991. - 18 с
8. Жиделев М.А. Современные требования к методам производственного обучения. - М.: Высшая школа, 1977. - 168 с.
9. Концепція загальної середньої освіти (12-річна школа)
10. Кузьменко В.В. Дидактические условия формирования умений и навыков у студентов факультетов подготовки учителей общетехнических дисциплин: Дис...канд.пед.наук: 13.00.01 / Киев.гос.пед.ин-т им. А.М.Горького. - К., 1981. - 201с.

11. Плутук А.Н. Подготовка студентов факультета общетехнических дисциплин к руководству техническим творчеством учащихся: Дис канд.пед.наук: 13.00.01 / Киев.гос.пед.ин-т им. А.М.Горького. - К., 1987. - 164 с

12. Шуман В.П. К вопросу о профессионально-педагогической направленности студентов: Материалы научной конференции. Часть 2 / Отв. ред. В.П. Шуман. - Владимир: ВПИ, 1972. - С.21-27.

13. Щербаков А. И. О подготовке студентов — будущих учителей к

исследованию педагогических явлений и процессов: Сб. научных трудов / Под ред. А.И. Щербакова. - Л.: ЛГУ, 1977. - С.124-131.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Мироненко Наталя Василівна** – аспірант кафедри педагогіки КДПУ імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* підготовка майбутнього вчителя технологій до розвитку в учнів середньої школи творчо-інтелектуальних здібностей.

## ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ У КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВЛАСТИВОСТЯМИ СИМЕТРІЙ ПРОСТОРУ-ЧАСУ

**Наталія ПОДОПРИГОРА**

*Виконано порівняльний аналіз введення поняття законів збереження квантової механіки на основі квантово-механічного рівняння руху та властивостей симетрії простору і часу у сучасній методиці навчання фізики.*

*The comparative analysis of introduction of concept of laws of maintainance of quantum mechanics is executed on the basis of quantum-mechanics equalization of motion and properties of symmetry of space and time in the modern method of studies of physics.*

**Постановка проблеми.** В умовах модернізації, що відбувається в системі вищої та середньої освіти, все частіше наголошується на пріоритетному засвоєнні фундаментальних знань. Однак у педагогіці відсутнє єдине розуміння фундаментальності освіти, хоча дискусії з цієї проблеми ведуться досить давно, дотепер це поняття тлумачиться досить суперечливо: одні вчені розуміють фундаментальність дуже широко, вважаючи, що будь-яка освіта повинна бути фундаментальною, інші – досить вузько, вважаючи фундаментальність антиподом професійної чи прикладної спрямованості навчання [6].

Аналіз програм, підручників та посібників для вищої школи [1-3; 5; 7] свідчать про те, що існують принаймні два методичні підходи до аналізу законів збереження у квантовій механіці: перший – традиційний, оснований на понятійному та математичному апараті квантової механіки, що використовується для отримання квантово-механічного рівняння руху; другий – ґрунтується на використанні принципів симетрії, він претендує на роль фундаментального і може належати будь-якій сучасній фізичній теорії. Цю проблему ми вже розглядали, зокрема у дослідженні [4] проведений аналіз закону збереження електричного заряду та його інваріантність відносно калібрувальних перетворень, що пов'язані із властивостями симетрії простору і часу.

**Мета даної статті:** показати необхідність і важливість ознайомлення майбутніх учителів фізики із принципами сучасної фізики під час вивчення законів збереження квантової механіки.

**Виклад основного матеріалу.** В квантовій механіці закони збереження

відіграють взагалі дуже важливу роль. Це обумовлено тим, що ці закони ми не можемо одержати з рівнянь, подібних до законів Ньютона в класичній механіці, а також з тим, що в класичній фізиці, взагалі кажучи, без законів збереження можна обійтися, а в квантовій – ні.

Закони збереження в квантовій механіці можна одержати різними шляхами.

Один з них ґрунтується на використанні квантово-механічного рівняння, якщо проаналізувати формулу, що визначає похідну квантово-механічного оператора за часом:

$$\frac{d\hat{L}}{dt} = \frac{\partial \hat{L}}{\partial t} + \{\hat{H}, \hat{L}\}.$$

Тоді у тому випадку, коли

$$\frac{\partial \hat{L}}{\partial t} = 0,$$

оператор  $\hat{L}$  від часу не залежить і навпаки. Крім того, коли квантово-механічні дужки Пуассона те ж дорівнюють нулеві:

$$\{\hat{H}, \hat{L}\} = \frac{i}{\hbar} [\hat{H}, \hat{L}] = 0,$$

то це означає, що оператор Гамільтона  $\hat{H}$  квантової частинки комутує з оператором  $\hat{L}$  спостережуваної величини  $L$ . Тому одержуємо, що  $\frac{dL}{dt} = 0$ , а отже,  $\hat{L} = \text{const}$ . Це означає, що оператор  $\hat{L}$  з часом не змінюється, а отже й середнє значення спостережуваної фізичної величини, що відповідає такому лінійному самоспряженому оператору, теж буде незмінним:

$$\bar{L} = \int \psi^* \hat{L} \psi dV = \text{const}.$$

Відтак, якщо величина  $L$  в даному квантовому стані  $\psi$  набуває певного набору значень  $L_1, L_2, \dots, L_n$ , причому  $\bar{L} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n}$ , то цей набір не змінюється.

При конкретному вимірюванні  $L$  ми одержимо в даний момент часу значення  $L = L_k$ , яке з часом не змінюється. Тому і  $L = \text{const}$ . Відповідно до цього висновку можна одержати закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу тощо.

Як приклад, переконливим є випадок аналізу закону збереження енергії квантової частинки. Нехай, для спрощення, частинка рухається лише в напрямку вісі  $Ox$ , тоді оператор Гамільтона цієї частинки матиме вигляд:

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}_x^2}{2m} + U(x, t), \text{ тому}$$

$$\frac{d\hat{H}}{dt} = \frac{\partial \hat{H}}{\partial t} + \{\hat{H}, \hat{H}\}.$$

Оскільки довільний оператор комутує сам з собою завжди, тому  $\{\hat{H}, \hat{H}\} = 0$ , тоді вихідне рівняння спрощується і  $\frac{d\hat{H}}{dt} = \frac{\partial \hat{H}}{\partial t}$ .

Якщо оператор Гамільтона  $\hat{H}$  від часу не залежить, то це означає, що стаціонарним є зовнішнє потенціальне поле, тобто  $U = U(x)$ , а оператор кінетичної енергії  $\hat{T} = \frac{\hat{p}_x^2}{2m}$  – завчасно незалежний від часу. Отже,  $\frac{\partial \hat{H}}{\partial t} = 0$ .

У випадку вільної частинки, коли  $U = 0$ , ситуація буде подібною.

Таким чином, остаточно приходимо до висновку, що оскільки  $\{\hat{H}, \hat{H}\} = 0$ , а відтак і  $\frac{\partial \hat{H}}{\partial t} = 0$ , тоді й  $\frac{d\hat{H}}{dt} = 0$ , а це означає, що оператор  $\hat{H} = \text{const}$ , а також спектр його власних значень постійний  $E = \text{const}$ . Тобто, коли функція стану стаціонарного поля є власною для оператора Гамільтона, тоді енергія має певне значення і зберігається.

Відтак, енергія вільної частинки (квантових консервативних систем частинок) завжди зберігається.

Аналогічно можна довести закони збереження імпульсу і моменту імпульсу.

Другий спосіб ґрунтується на використанні принципів симетрії, які можливо і лежать в основі законів збереження. Роботи німецького математика Г.Вейля стали фундаментальними для застосування симетрії у фізиці. Значну роль тут відіграли роботи німецького математика Еммі Нетер. Особливий вклад у цьому потрібно відзначити американського фізика-теоретика Ю.Вігнера, який у 1964 р. був нагороджений нобелівською премією «за внесок в теорію атомного ядра і елементарних частинок, особливо за відкриття і застосування фундаментальних принципів симетрії».

Дійсно, симетрія – це така властивість предмету, явища чи досліджуваного об'єкту, яка поєднує дві риси: а) над об'єктом проводять певну операцію перетворення (трансляцію, поворот, відбивання і т. ін.); б) виконане перетворення залишає незмінною певну властивість предмета, об'єкта або комплекс таких властивостей.

Отже, симетрія – це єдність перетворення певних властивостей явища і одночасне збереження інших властивостей.

Тому однорідність часу (чи однорідність та ізотропність простору) є симетрією: якщо виконати трансляцію, об'єкта в часі, а це еквівалентно трансляції на певний відрізок від початку відліку часу, то всі його властивості не змінюються, залишаються однаковими, зберігаються.

Для одержання закону збереження у квантовій механіці, з огляду на фундаментальність принципів симетрії, використаємо основну її модель – хвильову функцію. Наприклад, можна спочатку одержати оператор трансляції

в часі на малий відрізок часу  $\Delta t$ . Очевидно, що коли частинка перебуває в стані  $\psi(\vec{r}, t)$ , тоді й під час виконання трансляції на  $\Delta t$  одержуємо стан  $\psi(\vec{r}, t + \Delta t)$ , причому  $\Delta t$  – досить малий. У такому випадку є можливість розкласти хвильову функцію  $\psi(\vec{r}, t + \Delta t)$  в ряд Тейлора, приймаючи за ступінь малості  $\Delta t$ :

$$\psi(\vec{r}, t + \Delta t) \cong \psi(\vec{r}, t) + \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} \Delta t + \dots + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 \psi(\vec{r}, t)}{\partial t^2} \Delta t^2 + \dots \quad (1)$$

Отже, з одного боку, операторна рівність для подібного перетворення хвильової функції має вигляд:

$$\hat{T} \psi(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}, t + \Delta t), \quad (2)$$

а з іншого боку, обмежившись першими двома членами, маємо:

$$\psi(\vec{r}, t + \Delta t) = \psi(\vec{r}, t) + \frac{\partial}{\partial t} \psi(\vec{r}, t) \Delta t = \left(1 + \frac{\partial}{\partial t} \Delta t\right) \psi(\vec{r}, t) \quad (3).$$

Порівнюючи (2) і (3), одержуємо вигляд оператора трансляції:

$$\hat{T} = 1 + \frac{\partial}{\partial t} \Delta t. \quad (4)$$

Одержаний оператор є лінійним і самоспряженим оператором, що описує операцію зміни стану (хвильової функції) – перетворення початку відліку часу на малу величину  $\Delta t$ . Але оскільки при цьому перетворенні хід будь-якого фізичного процесу не змінюється, то це свідчить про те, що й оператор Гамільтона  $\hat{H}(\vec{r}, t)$  залишається незмінним. Тобто, можна стверджувати, що оператор Гамільтона  $\hat{H}$  комутує з оператором трансляції  $\hat{T}$ , а саме  $[\hat{H}, \hat{T}] = 0$  або

$$\hat{H} \hat{T} - \hat{T} \hat{H} = 0.$$

З останньої рівності випливає, що  $\frac{\partial \hat{H}}{\partial t} = 0$ .

Оскільки

$$\{\hat{H}, \hat{T}\} = \frac{i}{\hbar} [\hat{H}, \hat{T}] = 0,$$

тому й  $\frac{d\bar{H}}{dt} = 0$ ;  $\bar{H} = E = \text{const}$ , тобто одержуємо закон збереження енергії.

Подібним чином можна одержати закон збереження вектора імпульсу квантової частинки. Для цього спочатку визначають оператор трансляції початку відліку координат у просторі на малий відрізок  $\Delta\vec{r}$ . Простір однорідний, а отже – симетричний, а тому трансляція початку відліку на малий відрізок не змінює перебігу фізичних процесів.

Під час виконання такого перетворення хвильова функція, що описує стан системи, перетворюється, тобто:  $\psi(\vec{r}) \rightarrow \psi(\vec{r} + \Delta\vec{r})$ .

Розкладемо  $\psi(\vec{r} + \Delta\vec{r})$  в ряд за ступенями малості  $\Delta\vec{r}$ :

$$\psi(\vec{r} + \Delta\vec{r}) \cong \psi(\vec{r}) + \frac{\partial\psi(\vec{r})}{\partial\vec{r}}\Delta\vec{r} + \frac{1}{2!}\frac{\partial^2\psi(\vec{r})}{\partial\vec{r}^2}(\Delta\vec{r})^2 + \dots$$

Обмежуючись лише двома членами, маємо:

$$\psi(\vec{r} + \Delta\vec{r}) = \psi(\vec{r}) + \frac{\partial\psi(\vec{r})}{\partial\vec{r}}\Delta\vec{r} = \left(1 + \frac{\partial}{\partial\vec{r}}\Delta\vec{r}\right)\psi(\vec{r}). \quad (5)$$

З іншого боку, скориставшись означенням оператора трансляції, маємо:

$$\hat{G}\psi(\vec{r}) = \psi(\vec{r} + \Delta\vec{r}) \quad (6)$$

Отже, порівнюючи (5) і (6), маємо:

$$\hat{G} = 1 + \frac{\partial}{\partial\vec{r}}\Delta\vec{r}. \quad (7)$$

Цей оператор комутує з оператором Гамільтона частинки, тобто  $[\hat{H}, \hat{G}] = 0$ . Виходячи з вигляду цього оператора, його можна подати через оператор імпульсу  $\hat{\vec{p}}$ . Оскільки за означенням  $\hat{\vec{p}} = -i\hbar\frac{\partial}{\partial\vec{r}}$ , тому  $\frac{\partial}{\partial\vec{r}} = \frac{i}{\hbar}\hat{\vec{p}}$ .

Отже, формулу (7) можна подати в координатному зображенні, а саме:

$$\hat{G} = 1 + \frac{i}{\hbar}\hat{\vec{p}}\Delta\vec{r}. \quad (8)$$

Якщо врахувати умову комутативності  $[\hat{H}, \hat{G}] = 0$ , очевидно, що з огляду на (8) і  $[\hat{H}, \hat{\vec{p}}] = 0$ . Окрім того, оператор імпульсу явно від часу незалежний, тобто  $\frac{\partial\hat{\vec{p}}}{\partial t} = 0$ , а тому, зважаючи на квантово-механічне рівняння руху,  $\frac{d\hat{\vec{p}}}{dt} = 0 \Rightarrow \hat{\vec{p}} = \text{const}$ .

Можна також показати, що зберігається не лише імпульс  $\hat{\vec{p}}$ , а й окремі його компоненти, наприклад, декартові ( $p_x, p_y, p_z = \text{const}$ ). Отже, подібно до законів класичної фізики ми маємо справу з трьома незалежними законами збереження.

Закон збереження моменту імпульсу для вільної частинки є очевидним наслідком аналізу квантово-механічного рівняння руху для оператора моменту імпульсу  $\hat{\vec{L}} = -i\hbar[\vec{r}, \vec{\nabla}]$ . Щодо збереження цієї фізичної величини у зовнішньому полі, то воно має місце, якщо поле є центрально-симетричним як для випадку однієї частинки, так і для замкненої системи частинок. Теоретичне обґрунтування у цьому випадку зручно виконати, скориставшись властивостями симетрії такого зовнішнього поля.

Такий аналіз звичайно краще обрати під час вивчення властивостей квантової частинки у центрально-симетричному полі у курсі теоретичної фізики.

**Висновки.** Ми показали, що виконання законів збереження у квантовій механіці можна обґрунтувати на основі фундаментального принципу симетрій простору і часу, використання якого є доцільним для запровадження у сучасну методику навчання фізики у вищому педагогічному навчальному закладі, що розширює уявлення майбутніх вчителів фізики про

цілісність і фундаментальність  
фізичних законів, принципів та понять.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики / Д.И.Блохинцев. – М. : Наука, 1976.
2. Глауберман А.Ю., Манакин Л.О. Фізика атома та квантова механіка / А.Ю. Глауберман, Л.О. Манакин. – К. : Вища школа, 1972.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. – М. : Наука, 1976.
4. Подопригора Н.В. Закон сохранения электрического заряда та його інваріантність відносно калібрувальних перетворень // Наукові записки. – Вип. 72. – Серія: Педагогічні науки.

– Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2007. – Ч.1. – С. 211-218.

5. Тарасов Л.В. Основы квантовой механики / Л.В.Тарасов. – М. : Высшая школа, 1978.

6. Тестов В.А. Фундаментальность образования: современные подходы / В.А.Тестов // Педагогика : научно-теоретический журнал. – 2006. – №4. – С. 3-9.

7. Штольский Э.В. Атомная физика / Э.В.Штольский. – М. : Наука, 1976. Т.2.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Подопригора Наталія Володимирівна** – доцент кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми дидактики фізики середньої і вищої школи.

## ОКРЕМІ ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ РОЗКРИТТЯ СТАНДАРТНОЇ ТА ДЕЯКИХ ІНШИХ ФІЗИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

**Микола САДОВИЙ**

*У статті здійснено аналіз структури і змісту навчального матеріалу з сучасної фізики у вищих навчальних закладах та внесено пропозиції щодо їх удосконалення.*

*In the article the analysis of structure and maintenance of educational material is carried out from modern physics in higher educational establishments and suggestions are borne in relation to their improvement.*

**Постановка проблеми.** У методиці навчання фізики найбільш дослідженими є електромагнітна та слабка взаємодії. Нині інтенсивно проводяться роботи із завершення теорії сильної взаємодії. Багато ще не вирішених проблем залишається у теорії гравітаційної взаємодії. Тестування студентів старших курсів з виявлення сутності фундаментальних взаємодій показало, що окремо кожну взаємодію вони характеризують задовільно. Проте мало хто з студентів допускає думку про об'єднання всіх взаємодій єдиною теорією, що у процесах фізики високих енергій можливі одночасно всі чотири типи взаємодій.

Отже, метою даної статті є показати ґрунтовне дослідження

методики навчання фундаментальних взаємодій як єдиного цілого, як системи, де всі елементи (чотири взаємодії) тісно між собою пов'язані і одночасно мають місце у будь-якому взаємоперетворенні елементарних частинок. Інша справа, яка з них є домінуючою.

**Основний матеріал.** У цьому зв'язку навчання фундаментальних взаємодій ми пропонуємо здійснити дедуктивним способом від загального до одиничного. Пропедевтикою такого підходу може бути наступне. Студентам з шкільного курсу фізики відомі чотири види фундаментальних взаємодій. Тому ставимо проблемне завдання: якими теоріями можна пояснити електрику, земне притягання, світло, нейтрино, протони, магнетизм, бета-розпад, небесну механіку, піони, нейтрони, магнетизм, земну механіку.

Пропонуємо згрупувати вказані поняття за логічними зв'язками взаємодій та їх опису. В результаті їх аналізу за пропонованими критеріями одержимо наступні групи понять:

- 1) електрика, магнетизм, світло;



- 2) бета-розпад, нейтрино;
- 3) протони, нейтрони, піони;
- 4) земне тяжіння, небесна механіка, земна механіка;
- 5) Всесвіт.

Ці групи понять складають єдине ціле – систему явищ, процесів Природи, їх властивості, що вивчаються у курсі загальної та теоретичної фізики. Це єдине ціле повинно пояснюватись певною теорією взаємодій, описуватись певними законами. Виникає запитання: чи існує нині така теорія? Відповіді на це запитання у фізичній галузі науки ще не існує. Тоді аналізуємо визначені групи узагальнених понять і розглядаємо їх як підсистеми загальної системи природних явищ та процесів.

Земне тяжіння, земна механіка, небесна механіка – підсистема універсальної гравітації. Всесвіт складає геометрію простору-часу і разом з підсистемою універсальної гравітації складає більш загальну підсистему Загальної Теорії Відносності.

Електрика, магнетизм, світло входять у підсистему електромагнетизму – електромагнітної взаємодії.

Бета-розпад та нейтрино є структурними елементами підсистеми слабкої взаємодії, а разом з електромагнетизмом утворюють нову

більш загальну теорію електрослабкої взаємодії.

Протони, нейтрони, піони складають підсистему, де здійснюється сильна взаємодія, а разом з підсистемою електрослабкої взаємодії складають Стандартну Модель.

Таким чином, звертаємо увагу студентів, що на нинішньому етапі розвитку фізики маємо дві фундаментальні підсистеми: Стандартна Модель та Загальна Теорія Відносності. Така єдина система фундаментальної взаємодії дістала назву Великого об'єднання. Між виділеними групами понять існує незаперечний зв'язок. Зокрема електрика пов'язана з бета-частинками, протонами, земною та небесною механікою і т.д. Це ж саме можна стверджувати і про другі поняття. Отже у тому чи іншому природному явищі чи процесі завжди присутні різні види взаємодій, бо Природа єдина.

Зазначені міркування схематично викладені у вигляді блок-схеми (рис. 1). Запропонована методика викладу навчальної інформації у вказаному вигляді є досить наочною і змушує аналізувати природні явища у всій системі фізичних знань і визначати кожному поняттю, явищу, процесу місце у загальній системі.

Електрика	електромагнетизм – електромагнітна взаємодія	електрослабка взаємодія	Стандартна Модель	ВЕЛИКЕ ОБ'ЄДНАННЯ
Магнетизм				
Світло				
Бета розпад	слабка взаємодія			
Нейтрино				
Протони	сильна взаємодія			
Нейтрони				
Піони				
Земне тяжіння, земна механіка	універсальна гравітація		Загальна Теорія Відносності	
Небесна механіка				
Всесвіт	геометрія простору-часу			

Рис. 1. Блок-схема узагальнення фундаментальних взаємодій.

Визначивши методику становлення сильної взаємодії, ми пропонуємо розглянути ідею, як теорію сильних взаємодій, об'єднану з теорією електрослабких взаємодій – Стандартну Модель.

У науковій літературі таке об'єднання подається як Велике Об'єднання [3; 4]. Але таке об'єднання можливе, якщо враховувати гравітацію, що само собою є складним завданням. Важливим для розуміння студентами даного матеріалу є висвітлення думки частини вчених (зокрема С.Вайнберга), які вважають, що очевидні відмінності цих сил обумовлені певними подіями на ранній стадії Великого Вибуху (Big Bang). Дослідження деталей такої ранньої космічної історії, можливо, внесе помітні зміни до теорії гравітації й інших сил. Існує думка, що вдається завершити роботу над Великим Об'єднанням до 2050 р., але говорити про це упевнено ризиковано.

**Аналіз робіт** з даного напрямку показав, що за останні три-п'ять років значно оновились і розширились знання фізики з основ Стандартної Моделі, а рекомендовані Міністерством освіти і науки України посібники та підручники І.М.Кучерука, Д.В.Сивухіна та інші видані близько десяти років тому. Тому є необхідність уточнити зміст викладеного у них матеріалу з проблеми, що розглядається. Насамперед необхідно наголосити студентам, що Стандартна Модель є квантово-польовою теорією. Основні об'єкти дослідження такої теорії – є поля. До них входять електричні й магнітні поля електродинаміки XIX-ого століття. Коливання таких полів переносять масу, енергію та імпульс з одного місця простору в інше. З точки зору квантової механіки ці хвилі збираються в пакети, або кванти, які спостерігаються в лабораторії як елементарні частинки. Зокрема, квантом електромагнітного поля є частинка відома як фотон.

Нині вже є фактом, що Стандартна Модель охоплює поля для кожного типу елементарних частинок, спостережуваних у лабораторіях фізики високих енергій. Так квантами лептонних полів (lepton fields) є досить вивчені електрони, що становлять зовнішні оболонки звичайних атомів. До цих полів відносяться важкі частинки, відомі як мю-мезони і тау-мезони, а також відповідні їм електрично нейтральні частинки, відомі як нейтрино. Є також поля для кварків (quarks) різних типів, деякі з яких зв'язані разом усередині протонів і нейтронів, а також є складовими ядра звичайних атомів. Сили взаємодії між цими частинками обумовлені процесами обміну фотонами і частинками слабкої взаємодії, а також вісьмома типами глюонів (gluon), відповідальних за сильну взаємодію.

Схематично Стандартну Модель фізики елементарних частинок, що описує кожен частинку матерії і кожен силу як квантові поля, можна зобразити схематично (рис.2). Елементарні частинки матерії – три покоління ферміонів (а). Кожне покоління цих частинок має схожу структуру властивостей. Фундаментальні взаємодії переносяться бозонами (b), які поєднані згідно трьох споріднених симетрій. Крім того, одна або більша кількість частинок або полів Хіггса (c) породжують маси інших полів.

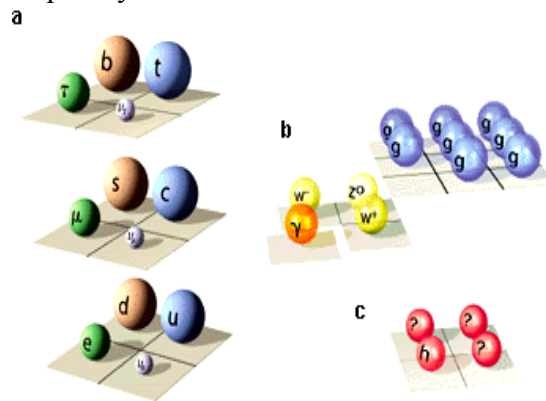


Рис. 2. Схема Стандартної Моделі фізики елементарних частинок

Необхідно звернути увагу студентів, що ці частинки демонструють широку різноманітність мас, в якій прихована ще не пізнана науковцями закономірність, де електрон у 350 000 разів легший, ніж найважчий кварк, а нейтрино ще легше, ніж електрон. Крім цього Стандартна Модель ще не дає механізму розрахунку будь-якої з цих мас, поки не будуть введені до неї додаткові скалярні поля. Термін «скаляр» означає, що ці поля не чутливі до напрямку в просторі, на відміну від електричних, магнітних та інших полів Стандартної Моделі. Зазначений підхід відкриває можливість таким полям заповнювати весь простір і не входити у суперечність до найбільш доведеного принципу фізики, згідно якого всі просторові напрями рівноправні. Навпаки, якби існувало ненульове магнітне поле у просторі, то можна було б визначити привілейований напрям, використовуючи звичайний компас. Взаємодія інших полів Стандартної Моделі з усепроникаючими скалярними полями, як вважають вчені, дає маси частинкам Стандартної Моделі, яка успішно описує три (електромагнетизм, слабкі і сильні) з чотирьох відомих взаємодій. Але у перспективі ще остаточно об'єднання із загальною теорією відносності, яка описує гравітацію і природу простору та часу.

Ми пропонуємо ознайомити студентів із станом завершеності існуючих моделей фундаментальних взаємодій. Зокрема, щоб завершити Стандартну Модель, потрібно підтвердити існування скалярних полів, про які вже говорилось і з'ясувати, скільки існує їх типів. А це вже проблема виявлення нових елементарних частинок, які часто називають частинками Хіггса, що можуть бути зареєстровані як кванти цих полів. Існує достатньо підстав

очікувати, що це завдання буде виконано до 2020 року, і покладаються великі надії на прискорювач Великий Адронний Коллайдер, що знаходиться у Європейській лабораторії фізики елементарних частинок поблизу Женеви (CERN). На таку роботу потрібно більше десяти років.

Найважча з відомих частинок Стандартної Моделі – вищий кварк, з масовим еквівалентом у 175 ГеВ. Зараз ще не виявлені частинки Хіггса. Як очікується, вони матимуть енергію в межах від 100 до декількох сотень ГеВ. Але є підстави вважати, що шкала нових мас, які з'являтимуться в рівняннях ще не сформульованої об'єднаної теорії, буде набагато більшою [1].

Відомо, що сили взаємодії зрівнюються за певної енергії. Коли взаємодії полів Стандартної Моделі екстраполуються в область високих енергій, вони всі стають рівними один одному при енергіях трохи більших за  $10^{16}$  ГеВ. Сила гравітації має величину енергії, яка не набагато вище, ніж  $10^{18}$  ГеВ. Запропоновані уточнення в теорії гравітації показують, що величина сили гравітації може порівнятися з іншими силами вже при  $10^{16}$  ГеВ. Варто наголосити студентам, що на нинішньому етапі розвитку фізики мають місце взаємодії елементарних частинок у масштабі приблизно від 1 до 350000 разів, тобто ці межі охоплюють інтервал від маси вищого кварка до електронної маси. Але це ніщо в порівнянні з відношенням фундаментальної шкали енергії Великого Об'єднання  $10^{16}$  ГеВ, а можливо й  $10^{18}$  ГеВ до енергетичної шкали приблизно у 100 ГеВ, що є типовою для Стандартної Моделі. Тоді постає нове основне завдання: проблеми ієрархії, як пояснити це величезне співвідношення, цей гігантський стрибок від одного рівня до наступного в послідовності

енергетичних шкал. Причому це відношення має бути не результатом підбору констант у рівняннях, а природним наслідком фундаментальних принципів.

Теоретики запропонували декілька цікавих ідей для природного вирішення проблеми ієрархії, включаючи новий принцип симетрії, відомий як суперсиметрія. Цей принцип також поліпшує точність, з якою сили взаємодій зближуються при  $10^{16}$  GeV. Тоді виникає нова сильна взаємодія, відома як техніколор (*technicolor*). Нова теорія містить додаткові сили, які об'єднані з сильними, слабкими та електромагнітними силами. Нові взаємодії стають переважаючими при енергіях набагато нижче  $10^{16}$  GeV.

Існуючі засоби експериментування ще не дозволяють виявляти їх безпосередньо, оскільки вони не діють на відомі частинки Стандартної Моделі, але вони діють на інші частинки, які є дуже масивними. Ці «надзвичайно важкі» частинки набагато легші, ніж  $10^{16}$  GeV, бо вони набувають своєї маси з енергією нової взаємодії, яка є сильною тільки далеко нижче  $10^{16}$  GeV. У цій картині, відомі частинки Стандартної Моделі взаємодіяли б з найважчими частинками, їх маси виникатимуть як вторинний ефект щодо слабкої взаємодії. Цей механізм вирішує проблему ієрархії, роблячи відомі частинки легшими, ніж найважчі частинки, які самі набагато легші, ніж  $10^{16}$  GeV.

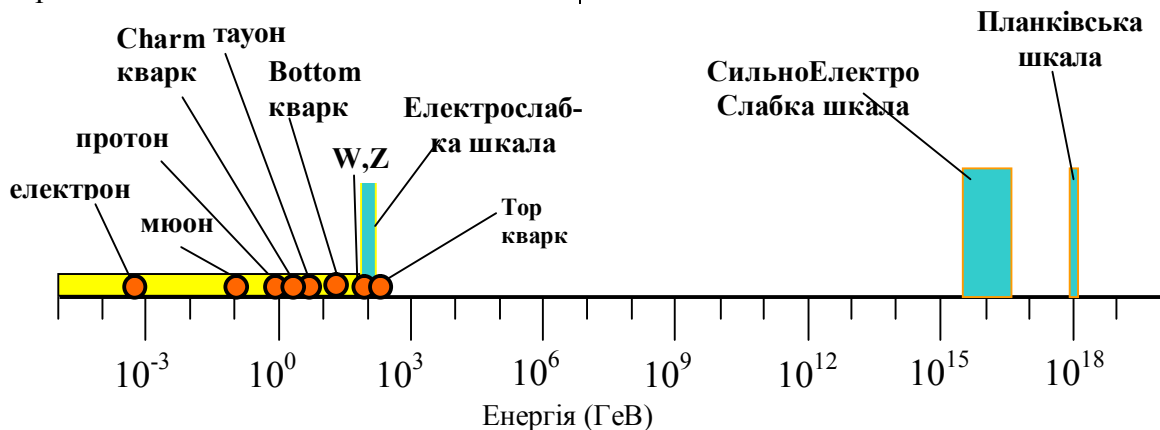


Рис. 3. Ієрархія енергетичних шкал

Проблема ієрархії є мірою наукового незнання. В експериментах, горизонтальна зона (рис. 3) задіяна енергія приблизно до 200 GeV, де реєструється цілий комплекс мас частинок, круглі зони і шкали енергій взаємодії, вертикальні смуги, які добре описані Стандартною Моделлю. Зараз ще є широкий проміжок між двома наступними енергетичними шкалами сильноелектрослабкого об'єднання  $10^{16}$  GeV і планківською шкалою, яка характерна для квантової гравітації  $10^{18}$  GeV.

Вказані ідеї мають загальну межу: вони вимагають існування ансамблю

нових частинок з масами не набагато більшими, ніж 1000 GeV. Якщо в цих ідеях є доля істини, то ці частинки мають бути виявлені до 2020 р. у Великому Адронному Коллайдері, а деякі з них можна виявити навіть раніше в Fermilab або CERN, хоча і не виключено, що для цього може знадобитися більш ніж десятиліття і нові прискорювачі, щоб досліджувати їх властивості повністю. Коли ці частинки будуть виявлені, а їх властивості виміряні, то можна буде дізнатися, чи пережила яка-небудь з них ранні моменти Великого Вибуху, а тепер стала «темною матерією» у

міжгалактичному просторі й складає основну частину існуючої маси Всесвіту. Здається вірогідним, що до 2050 р. науковці зрозуміють у чому причина такого величезного відношення енергетичних шкал.

Важливо створити студентам проблемну ситуацію: Що ж буде далі? Безумовно, поки що наука не спроможна поставити експерименти, в яких вивчались би процеси за енергій частинок  $10^{16}$  GeV. Зокрема, в існуючих технологіях діаметр прискорювача пропорційний енергії, наданій прискореним частинкам. Для прискорення частинки до енергії  $10^{16}$  GeV потрібен прискорювач діаметром в декілька світлових років. Навіть якщо і знайдеться інший спосіб концентрувати таку велику кількість енергії на окремій частинці, всеодно буде дуже важко виокремлювати корисну інформацію із спостереження над процесами при таких енергіях. Але навіть при тому, що ми не можемо вивчати процеси при енергіях біля  $10^{16}$  GeV безпосередньо, є позитивний момент, що ці процеси дають ефекти при доступних енергіях, які можуть бути зафіксовані експериментально, бо вони виходять за рамки дозволеного Стандартною Моделлю.

Стандартна Модель – квантова теорія поля спеціального вигляду, теорія «перенормування». Цей термін виник у 40-х роках минулого століття, коли фізики почали використовувати перші квантово-польові теорії для обчислення тонкої структури атомних рівнів. Було встановлено, що обчислення з використанням квантової теорії поля дають нескінченні величини. Така ситуація означає, що теорія або спотворена, або знаходиться поза межами застосування. Проте вчені знайшли спосіб оперування нескінченними величинами, включаючи їх за допомогою перевизначення або «перенормування» у деякі фізичні сталі

типу заряду і маси електрона. Версія Стандартної Моделі з однією скалярною частинкою має 18 таких констант. Теорії, в яких ця процедура спрацювала, називалися перенормувальними і мали простішу структуру, ніж неперенормувальні теорії.

Саме ця проста перенормувальна структура Стандартної Моделі дозволяє отримувати точні кількісні прогнози експериментальних результатів, прогнози, що підтвердили справедливість теорії. Зокрема, принцип перенормованості спільно з іншими принципами симетрії Стандартної Моделі забороняє процеси типу розпаду ізольованих протонів чи забороняє нейтрино мати масу. Фізики зазвичай вважали, що квантова теорія поля, яка має відношення до реальності, має бути перенормована. Цей принцип був пануючим у формулюваннях Стандартної Моделі. І той факт, що через фундаментальні причини, неможливо було сформулювати перенормування квантової теорії гравітації, сіяв серед теоретиків велику тривогу.

Нині ж стан речей змінився. Зараз розрізняються різні теорії елементарних частинок залежно від енергії даних процесів і реакцій. Взаємодія, обумовлена обміном дуже масивної частинки, буде надзвичайно слабкою за низьких енергій у порівнянні з масою. Одночасно інші ефекти також можуть бути пригнічені так само. Інтервал низьких енергій розглядається в ефективній теорії поля, в якій ці взаємодії є незначними. Стало зрозумілим, що будь-яка фундаментальна квантова теорія, сумісна зі спеціальною теорією відносності, перетворюється за низьких енергій у перенормовану теорію. Але нескінченність все ще не допускається в теорію, ці ефективні теорії не мають простої структури класичної

перенормованої теорії. Замість того, щоб повністю виключати додаткові складні взаємодії, їх роблять сильно пригніченими в інтервалі нижчому за деякий характерний енергетичний поріг.

Гравітація і є саме такою пригніченою неперенормованою взаємодією. Саме через слабкість сили взаємодії за низьких енергій робиться висновок, що її фундаментальна енергетична шкала становить приблизно  $10^{18}$  GeV. Інша пригнічена неперенормована взаємодія робила б протон нестабільним з періодом напіврозпаду з інтервалом від  $10^{31}$  до  $10^{34}$  років, який можливо не вдасться зафіксувати навіть і до 2050 р. [4]. Інша пригнічена неперенормована взаємодія наділила б нейтрино крихітної маси, приблизно  $10^{-11}$  GeV. Вже зараз є деякі докази, що маси нейтрино мають саме такий порядок; остаточно ж це питання буде узгоджено задовго до 2050 р. [3].

**Висновок.** Оскільки соціальне замовлення на знання зазнало змін в сторону їх прагматизму, безпосереднього перетворення набутих знань у продуктивну силу, а це в свою чергу вимагає необхідності якісного оновлення змісту і структури, насамперед програм, посібників,

методичного та інформаційно-комунікаційного забезпечення з метою організації студентів на особисту зацікавленість у засвоєнні новітніх наукових знань, ми вважаємо, що наведений вище матеріал сприятиме збагаченню змісту фізичної освіти та приведенню його у відповідність до сучасного рівня розвитку науки, потреб практики, суспільних вимог до вчителя фізики.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Tony M. Liss, Paul L. Tipton. The Discovery of the Top Quark. / Tony M. Liss and Paul L. Tipton // Scientific American. – September 1997. – P. 3-8.
2. Edward Witten. Duality, Spacetime and Quantum Mechanics / Edward Witten // Physics Today. – Vol. 50, No. 5. – May 1997. – P. 28-33.
3. Takaaki Kajita, Yoichi Totsuka. Detecting Massive Neutrinos / Takaaki Kajita, Yoichi Totsuka // Scientific American. – August 1999. – P. 11-17.
4. Vaynsberg C. The Decay of the Proton / Vaynsberg C. // Scientific American. – June 1981. – P. 17-23.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Садовий Микола Ілліч** – доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені В. Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми дидактики фізики.

## МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА КОМПОНЕНТА ПРАКТИКУМУ З ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНОМУ ВНЗ

**Ірина САЛЬНИК**

*У статті розглядаються теоретичні основи організації та проведення спеціального фізичного практикуму з питань сучасної фізики в педагогічному вищому навчальному закладі, шляхи адаптації сучасного наукового експерименту до умов навчальних фізичних лабораторій.*

*In the article theoretical bases of organization and leadthrough of the special physical practical work are examined on the questions of modern*

*physics in pedagogical higher educational establishment, ways of adaptation of modern scientific experiment to the terms of educational physical laboratories*

**Постановка проблеми.** Вже багато століть фізика є однією із найважливіших наук. Її світоглядні функції та роль у науково-технічному прогресі зумовлюють непересічну

актуальність фізичних знань для навчального процесу та практичних потреб. Фізика забезпечує вивчення широкого кола дисциплін. Саме на її засадах відбувається систематизація у сприйнятті та відображенні явищ навколишнього світу в процесі їх пізнання, формується наукове мислення майбутнього фахівця.

Одночасно фізика є наукою, яка швидко розвивається. Лише за останні декілька десятиліть було відкрито значне число раніше невідомих науці фактів і явищ, виникли нові теорії. Для проведення спостережень і вимірювань з більшою точністю створювалися нові експериментальні установки і прилади, адже зміст відкриттів часто черпався безпосередньо з експерименту. Фізичний експеримент - джерело пізнання об'єктивного світу, нові теорії і факти приводять до нових пояснень багатьох фізичних явищ. Отже, важливим завданням навчання фізики як в школі, так і в педагогічному ВНЗ, є розкриття перед учнями і студентами значущості фізичного експерименту. Крім того, вивчення сучасної фізики не тільки розвиває загальний кругозір вчителя фізики, але і допомагає йому підвищити інтерес до науки у школярів, сформувати правильні уявлення про фізичну картину світу як у студентів, так і у учнів, показати, що фізика як наука неухильно розвивається і прогресує.

Серед пріоритетних напрямків реформування фізичної освіти у вищій педагогічній школі важливе місце посідають питання оновлення змісту базової фахової підготовки; запровадження ефективних інноваційних технологій; створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення вищої школи. Реалізація цих планів вимагає глибокого реформування змісту, форм, методів підготовки фахівців з вищою освітою. Особливого значення для підвищення наукового рівня підготовки

майбутнього спеціаліста набуває фундаменталізація освіти у вищих навчальних закладах.

Фундаментальною професійною освітою можна вважати освіту, що забезпечує основи професійної і загальної культури сучасного фахівця, що реалізується в його гуманітарній і професійній діяльності. Така освіта являє собою інтеграцію фундаментальної загальнонаукової, техніко-технологічної і професійної (спеціальної) підготовки. Фундаментальність освіти – генеральний шлях підготовки фахівця, що задовольняє вимогам науково-технічного прогресу і сучасним умовам. Для того, щоб на практиці здійснити фундаменталізацію фізичної освіти, необхідно реалізувати інноваційний підхід до формування продуктивної діяльності студентів у процесі вивчення курсу загальної фізики.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В Україні функціонує система навчання фізики, формування якої здебільшого завершилося наприкінці 80-х років ХХ століття. Упродовж останнього десятиріччя вона постійно вдосконалюється. Провідні ідеї, погляди, засади, теорії, на основі синтезу яких вибудовується сучасна концепція фізичної освіти, зароджені, розроблені та впроваджені в результаті науково-пошукової діяльності як вітчизняних (О.І.Бугайов, С.П.Величко, С.У. Гончаренко, А.М. Гуржій, В.Р. Ільченко, Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, А.І. Павленко, А.М. Сабо, М.І.Садовий, О.В. Сергєєв, М.І. Шут та ін.), так і зарубіжних (Г.М. Голін, Ю.І. Дік, В.О. Ізвозчиков, С.Ю. Каменецький, В.В. Мултановський, Д.І. Пеннер, В.Г. Разумовський, А.В. Усова та ін.) дослідників.

В той же час, слід відзначити, що нині бракує досліджень, спрямованих на розвиток сучасного фізичного навчального експерименту у вищих педагогічних навчальних закладах в аспекті запровадження в ньому

інноваційних тенденцій. Він залишається дещо архаїчним з обмеженістю тематики досліджень, яка не зовсім охоплює висвітлення вузлових фізичних понять і закономірностей як класичної, так і особливо сучасної фізики. Це не сприяє усвідомленню студентами перехресних логічних зв'язків між різними розділами фізики.

Зазначене не забезпечує реалізації одного із основних пріоритетних напрямів розвитку вищої освіти у світі – фундаменталізації професійної підготовки, що, крім традиційної вимоги щодо збільшення в ній частки фізики та математики, означає зведення великого обсягу інформації до певних стрижневих ідей, на яких базуються знання.

Постає потреба у з'ясуванні причин такого стану та відновлення зацікавлення фізикою, що відповідає рівневі досягнень початку XXI ст. Це завдання вимагає чіткого усвідомлення неминучості кардинальних змін у сьогоденному вивченні курсу загальної фізики у ВНЗ.

**Виклад основного змісту.** При сучасному рівні розвитку фізичної науки, коли потік відкриттів надзвичайно великий, стає неможливим оперативне коригування освітнього процесу з фізики в педагогічному ВНЗ з урахуванням останніх досягнень науки. У курсах загальної і теоретичної фізики можливо лише часткове ознайомлення студентів з основними напрямками сучасної науки. За цих умов найбільш зручним є знайомство студентів з новітніми фізичними відкриттями, які складають зміст спеціальних курсів і спеціальних практикумів, що читаються, як правило, на завершальному етапі навчання – на V або IV курсах.

Систематизоване вивчення питань сучасної фізики можливе в рамках різних спецкурсів (наприклад, «Вибрані питання загальної фізики», «Оптичні

квантові генератори» та ін.) і в процесі виконання пов'язаних з ними спецпрактикумів. У цьому випадку на спецпрактикум може бути покладена функція експериментального супроводу спецкурсу. Проте, спецпрактикум можна розглядати не тільки як доповнення до спецкурсу, але і як самостійну дисципліну, якщо повною мірою скористатися всіма його можливостями і створити оптимальну методику його проведення.

За таких обставин, можна виділити деякі особливості спеціальних практикумів:

- частіше всього спеціальні практикуми проводяться на старших курсах, після вивчення всіх фахових дисциплін;

- у спецпрактикумах бере участь порівняно невелика кількість студентів (10-15 чоловік), що цікавляться даним напрямом науки і техніки;

- у спецпрактикуми включають роботи, пов'язані не лише з вивченням низки питань чи перевіркою встановлених нових фізичних законів і закономірностей, але і дослідницькі, які розвивають самостійність мислення, творчий підхід до розв'язання практичних задач;

- на виконання робіт спецпрактикуму відводиться достатня кількість часу, тому такі роботи можуть бути розраховані на 4 і навіть 6 годин.

Розробляючи подібний спецпрактикум, який планується для майбутніх учителів фізики, слід виходити з того, що роботи мають задовольняти ряд вимог: спецпрактикум повинен містити найбільш важливі, широко відомі й перспективні питання науково-технічного прогресу; спецпрактикум як правило доповнює базовий курс фізики; у спецпрактикумі застосовуються сучасні методи дослідження, сучасна універсальна апаратура, комп'ютерна техніка; спецпрактикуми не повинні бути відірвані від шкільного курсу, щоб



одержані знання можна було застосовувати на заняттях факультативів, гуртків і на уроках з фізики у загальноосвітній школі.

До важливих завдань відноситься відбір тих питань сучасної фізики, яким необхідно приділяти особливу увагу в процесі вивчення спеціальної дисципліни у педагогічних ВНЗ. Зокрема, на нашу думку, на основі аналізу наукової літератури можна вибрати близько двадцяти проблем сучасної фізики, що відповідають трьом напрямкам: мікрофізика, макрофізика і мегафізика.

Серед проблем мікрофізики зазвичай виділяються такі з них:

1. Кварки і глюони. Квантова хромодинаміка. Єдина теорія слабкої і електромагнітної взаємодії. Стандартна Модель. Велике Об'єднання. Супер Об'єднання; 2. Взаємодія частинок високих енергій.

Серед проблем макрофізики найбільш важливі, на нашу думку, є такі напрями, як:

1. Керований термоядерний синтез; 2. Високотемпературна надпровідність; 3. Отримання екзотичних речовин (металевого водню, рідких кристалів, надважких елементів і ін.); 4. Фізика поверхні. Кластери. Двовимірний електронний рідин; 5. Деякі питання фізики твердого тіла (гетероструктури в напівпровідниках, переходи метал-діелектрик); 6. Поведінка речовини в надсильних магнітних полях; 7. Нелінійна фізика; 8. Різери, гразери, надпотужні лазери.

До найбільш важливих проблем мегафізики можна віднести такі:

1. Космологічна проблема. Зв'язок між космологією і фізикою високих енергій; 2. Нейтронні зірки і пульсари. Чорні дірки. Космічні струни; 3. Проблема темної матерії (прихованої маси) і її детектування.

Крім того, окремим пунктом варто виділити досягнення і перспективи сучасного наукового приладобудування

(тунельний мікроскоп, томограф, стандарт частоти та ін.).

Якнайповніше ідея про те, що саме питання сучасної фізики повинні складати зміст лабораторних робіт спеціального практикуму була викладена в дисертаційному дослідженні та публікаціях Петрової О.Б. [5; 6]. Ця ідея була покладена в основу концепції спецпрактикуму з питань сучасної фізики для студентів педагогічних ВНЗ, запропонованої Горіним В.В., Ільїним В.А. та Петровою О.Б. [1; 3].

Спецпрактикуми достатньо поширені саме в педагогічних ВНЗ. Тому існує потреба в створенні комплексів нових лабораторних робіт, що володіють специфічними особливостями, характерними тільки для спецпрактикуму. Не дивлячись на необхідність таких робіт, теоретичні основи для їх створення і для розробки методики проведення занять повною мірою ще не сформовані.

Перенесення в навчальні фізичні лабораторії складного сучасного фізичного експерименту практично неможливе: при його реалізації виникає ряд економічних, технічних і методичних проблем. Необхідні прилади і установки складні і дуже дорогі. Перенесення такої техніки в студентський практикум у більшості випадків неможливе з причини складності устаткування, його значної вартості, необхідності вельми високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а також з міркувань техніки безпеки. Крім того, слід враховувати, що при прямому перенесенні експериментального наукового устаткування в навчальну лабораторію до певної міри втрачається наочність явища, що вивчається.

Узагальнюючи пропозиції провідних методистів і вже наведених першоджерел, ми пропонуємо шляхи адаптації сучасного фізичного експерименту до умов навчальних

лабораторій. До них ми відносимо: зміни частотного діапазону виконуваних експериментів; використання нестандартних умов та середовищ; використання спрощених варіантів стандартних науково-дослідних установок; поєднання реального і комп'ютерного фізичного експерименту та використання комп'ютерного експерименту, який за певних умов може замінити або моделювати реальний експеримент.

За допомогою запропонованих підходів до адаптації можна здійснити постановку нових лабораторних робіт, проте ці підходи носять емпіричний характер і не дозволяють розробити єдину теоретичну базу вдосконалення і розвитку спецпрактикумів. Основною ідеєю, яка може скласти теоретичну основу для створення спеціального практикуму і розробки методики його проведення, доцільно вважати ідею моделювання фізичних явищ. Справа у тому, що моделювання тією чи іншою мірою присутнє в кожній роботі спецпрактикумів, а розробка дослідницьких робіт з основ сучасної фізики без моделювання принципово неможлива. На основі цієї ідеї можна реалізувати постановку нових лабораторних робіт.

На нашу думку, зараз вже не викликає заперечень ідея, що при вивченні фізики та ряду інших природничонаукових предметів використання комп'ютера обов'язкове, оскільки проводити модельні експерименти, які в умовах навчальної лабораторії раніше були недоступні, значно простіше і легше, а до того ще ПК розширює можливості реальних експериментів. Або ж якщо в лабораторному експерименті не вдається точно відтворити наукове дослідження, то такий експеримент може бути заснований на моделях різних типів.

Модель, що використовується в лабораторній роботі, може бути реалізована як за допомогою

комп'ютера, так і у вигляді наочного експерименту, створеного за спрощеною схемою. У кожній з цих моделей є переваги і недоліки.

Наочний експеримент дає обмежені можливості моделювання фізичного явища, проте він виховує у студента не тільки знання, але і навички. Цього не можна домогтися, запроваджуючи комп'ютерний експеримент. В той же час він може за допомогою спеціальних програм моделювати явище або процес у всьому його обсязі. За таких обставин лабораторний експеримент, що містить модельний експеримент з використанням спеціально створених наочних моделей, називатимемо модельним, а експеримент, що є комп'ютерною моделлю явища або процесу, - комп'ютерним, а якщо в експерименті не використовуються моделі, називатимемо його реальний експеримент. Саме у спеціальному практикумі доцільно й одночасно є великі можливості широко використовувати всі види моделювання.

Реальний експеримент складає основний зміст будь-якого практикуму, зокрема і спеціального. На жаль, за допомогою реального експерименту можна подати далеко не всі важливі явища, особливо квантові. Фізичні практикуми повинні поступово поповнюватися лабораторними роботами, присвяченими сучасній фізиці. Але їх розробка і постановка часто виявляються складними і дорогими, оскільки вимагають таких приладів і пристроїв, які сьогодні не в змозі придбати педагогічний заклад. Отже, для постановки лабораторних робіт, присвячених сучасній фізиці, необхідно застосовувати інші способи їх реалізації: комп'ютерні або модельні експерименти.

Для формування знань та умінь з питань сучасної фізики у студентів педагогічних ВНЗ доцільно здійснити реальну інтеграцію наукових

досліджень і навчального процесу студентів, створюючи на цій основі комплекси лабораторних робіт спеціального практикуму, де поєднуються комп'ютерне моделювання і моделювання з використанням наочних моделей, застосовуються ідеї, програмні продукти, лабораторні установки, схеми і пристрої, які використовуються в передових наукових дослідженнях. Одночасно, на нашу думку, до розробки таких робіт необхідно залучати науково-дослідні лабораторії, які працюють при кафедрах фізики педагогічних вищих навчальних закладів і мають необхідне устаткування (наприклад, лабораторію напівпровідників).

Таким чином створення комплексу лабораторних робіт, що розкривають питання сучасної фізики, застосовуючи метод моделювання, дозволяє: сформувати у студентів інтерес до проблем сучасної фізики і зменшує формальність підходу до результатів виконання лабораторних робіт; підвищити якість знань з тих питань сучасної фізики, які відбито в комплексі лабораторних робіт; сформувати експериментальні уміння студентів по суті виконуваних завдань на сучасному устаткуванні. В той же час вдосконалення обчислювальної техніки і зростання її можливостей приводить до постійного пошуку нових фізичних явищ, які можна моделювати, вивчати і досліджувати за допомогою ПК.

**Висновки.** У процесі вдосконалення методики навчання фізики у ВНЗ ми вважаємо недостатнім обмежитись лише розробкою засад удосконалення змісту курсу загальної фізики та його експериментальної складової. Необхідно перейти до їх реалізації у навчальному процесі, зокрема у висвітленні ключових понять, законів і теорій фізики та взаємозв'язків між ними. З одного боку,

це дійсно розробка нових навчальних експериментів та сучасних засобів для їх реалізації у процесі проведення лабораторних робіт та спеціального фізичного практикуму, а з другого – вивчення інноваційних комплексних тем як фрагментів фізичної картини світу та відповідних їм технологій навчання, невіддільною компонентою яких має стати фізичний експеримент.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Горин В.В. Методика адаптации современного физического эксперимента к условиям специального практикума педагогического вуза. Дисс. ... к. п. н.: 13.00.02 : М., 2000. - 184с.
2. Жалдак М.І та ін. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: Посібник для вчителів / Жалдак М.І., Лапінський В.В., Шут М.І. / – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова. – 2004. – 182 с.
3. Ильин В.А., Петрова Е.Б. Специальный практикум педагогического вуза: концепция, воплощение/ Ильин В.А., Петрова Е.Б.// "Преподавание физики в высшей школе" №2. М.: МПГУ, 1995. - С.67-73.
4. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з курсу спеціального фізичного практикуму. Ч.1, Ч.2./Укладачі: Ковальов І.З., Гамалій В.Ф., Вовчанський О.В., Сірик П.В.- Кіровоград: КДПІ, 1993, 1997 – 60 с., 54 с.
5. Петрова Е.Б. Специальный практикум в системе подготовки учителя физики / В.А. Ильин, Е.Б. Петрова// Научн.-метод. конф. "Физика в системе современного образования": сб. тезисов докладов. – Волгоград: «Перемена», 1997. – С. 94-96.
6. Петрова Е.Б. Профессионально направленная методическая система подготовки по физике студентов естественнонаучных специальностей педагогических вузов: Дис. ... док. пед. наук : 13.00.02 : Москва, 2010 - 229 с.
7. Сусь Б.А., Шут М.І. Проблемы дидактики физики у вищій школі: науково-методичне видання/ Б.А.Сусь, М.І.Шут - К.: ВЦ "Просвіта", 2003.-153 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Сальник Ірина Володимирівна** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

*Наукові інтереси:* співвідношення віртуального та реального у навчальному фізичному експерименті.

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ

Едуард СІРИК

*В статті розглянуті теоретичні основи викладання курсу фізики для студентів спеціальності «Технологічна освіта» з урахуванням його експериментального спрямування.*

*In the articles considered theoretical of teaching of course of physics are for the students of speciality «Technological education» taking into account experimental direction.*

### **Постановка проблеми.**

Державною національною програмою “Освіта: Україна XXI століття” поставлене завдання перенести освіту на рівень досягнень розвинутих країн та інтегрувати її у міжнародне науково-освітнє співтовариство. Реформування вищої освіти з врахуванням тенденцій суспільного розвитку ставить перед вищою педагогічною школою нові завдання підвищення ефективності і результативності теоретичної підготовки майбутніх фахівців як основи їх професійної компетентності. Серед пріоритетних напрямків реформування вищої педагогічної школи важливе місце посідають питання оновлення змісту базової методичної підготовки; запровадження ефективних інноваційних технологій; створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення вищої школи. Особливого значення у підвищенні наукового рівня підготовки майбутнього фахівця з вищою освітою набуває фундаментальність освіти, бо саме фундаментальна теоретична і практична підготовка значно розширює його професійний кругозір, дозволяє цілісно бачити будь-яку навчальну чи наукову проблему, знаходити її оптимальне рішення.

### **Аналіз актуальних досліджень.**

Методика навчання фізики у вищій педагогічній школі як наукова

дисципліна знаходиться в стадії формування її теоретичних і методологічних основ. Деякі проблеми вивчення фізики у вищих навчальних закладах знайшли відображення в докторських дисертаціях Г.Ф. Бушка, О.М. Малініна, В.В. Сагарди, Б.А. Суся, у кандидатських дисертаціях А.Б. Жмодяка, Л.В. Медведєвої, Є.С. Клоса, Л.Л. Коношевського, Б.Н. Мухаметової, В.П. Сергієнка, Л.Г. Сергієнка та інших. Загальні положення дидактики і методики навчання фізики у вищій школі розроблено в дослідженнях О.І. Бугайова, Г.Ф. Бушка, С.У. Гончаренка, Ю.А. Пасічника, В.І. Сумського, І.І. Тичини, М.І. Шута та інших, які можуть бути трансформовані на нефізичні спеціальності з врахуванням специфіки їх реалізації у нових умовах модернізації вищої педагогічної освіти.

Професійне становлення вчителя-технолога передбачає високий рівень сформованості особистісних компетентностей в галузі новітніх технологій та їх практичного застосування. Вчитель повинен знати основи наукової теорії будь-якої технології сучасного виробництва, особливості використання цих технологій у побуті, соціальній, виробничій та науковій сферах.

Проблема професійного розвитку вчителя для педагогічної науки не є новою і традиційно представлена роботами з професійної адаптації до педагогічної діяльності і педагогічного професіоналізму. Не дивлячись на велику кількість накопиченого матеріалу, в центрі уваги учених і практиків залишається питання про показники, за якими можна

відстежувати розвиток вчителя як особистості і професіонала.

З. Т. Шацький стверджував, що найважливіша ідея, котра має бути усвідомлена вчителем, – це еволюція педагогічної справи, еволюція праці і пошуків причин і наслідків педагогічних явищ, які тісно пов'язані між собою [5]. Він висунув такі вимоги до підготовки педагога: оволодіння науково-теоретичними знаннями і передовим педагогічним досвідом; озброєння міцними знаннями планування і організації навчально-виховного процесу (управлінський аспект); здійснення трудового політехнічного виховання; зв'язок вищого і середнього педагогічних навчальних закладів зі школою; формування навичок самоосвіти [5].

Для забезпечення відповідності рівня готовності фахівця до вимог вчителя потрібно в першу чергу переглянути підходи до формування практичних компетентностей майбутнього педагога.

Компетентний педагог це той, який має достатні знання, добре обізнаний, тямущий; погляди якого ґрунтуються на знанні, добре кваліфікований. За А.Хуторським компетентність слід розуміти як реально сформовані особистісні якості та мінімальний досвід діяльності [4].

А.Маркова визначає компетентність як «Індивідуальну характеристику ступеням відповідності професії» [6]. Так само цю категорію пропонує визначати і Дж. Равен: «Компетентність – специфічна здатність, необхідна для ефективного виконання конкретної дії у певній галузі і яка включає вузькоспеціальні знання, уміння, способи мислення, а також відповідальність за свої дії» [2].

Формування компетентностей майбутнього вчителя-технолога обумовлюється реалізацією оновленого

змісту освіти, адекватних методів та технологій навчання.

**Мета статті.** Методика навчання фізики у вищій школі розвивається досить інтенсивно в останнє десятиріччя. Проте залишається ряд проблем, котрі або зовсім не розв'язувались, або не знайшли повного вирішення, зокрема: проблема діагностики якості підготовки фахівців у вищій школі; модернізація освіти у вищих педагогічних навчальних закладах на основі діяльнісного підходу до навчання; розробка основних принципів, чинників, показників і критеріїв інтенсифікації навчання студентів на засадах нових інформаційних технологій; визначення місця акмеологічної технології професійного навчання, дистанційної технології у підготовці спеціалістів. Дана стаття присвячена дослідженню дидактичних і методичних аспектів удосконалення фізичної освіти на спеціальності «Технологічна освіта» у педагогічних ВНЗ.

**Виклад основного матеріалу.** Будь-який технологічний процес у виробництві супроводжується різноманітними фізичними явищами, пояснюється класичними фізичними законами, здійснюється за допомогою пристроїв та механізмів, будова та принципи роботи яких також є частиною фізичних знань. Саме тому для того, щоб майбутній вчитель – сьогоdnішній студент став справжнім фахівцем, необхідно в процесі навчання у ВНЗ сформувати в нього не лише міцні теоретичні та практичні знання, а й виробити практичні компетентності в проведенні фізичного експерименту, навчити роботі з вимірювальними приладами та сучасними експериментальними установками, виробити експериментальні уміння та навички.

Робоча програма з курсу фізики для студентів фізико-математичного

факультету денної форми навчання за спеціальністю «6.010103 ПМСО. Технологічна освіта» структурно розподілена на теми: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика та магнетизм, оптика. [1]

Під час навчання курсу вирішуються такі завдання:

*пізнавальні:* ознайомити студентів з основними розділами курсу, об'єктами, що підлягають дослідженню, завданнями, які вирішують фізики, розкрити основні закони, принципи, правила, показати історичний розвиток дисципліни та перспективи використання досягнень фізики у науці, техніці, промисловості;

*практичні:* навчити студентів користуватися довідковою літературою, лабораторним обладнанням, вимірювальними пристроями; забезпечити усвідомлене засвоєння і дотримання правил техніки безпеки; сформувані у студентів навички використання вивчених законів, правил при вирішенні як навчальних, так і виробничих вправ і завдань; сформувані навички визначення похибок вимірювань та розрахунків;

*методичні:* сприяти засвоєнню студентами основних способів вирішення задач навчальної і виробничої спрямованості, сформувані навички творчого евристичного підходу до їх розв'язання, розкрити можливість та різноманітність шляхів і методів реалізації знань з фізики у майбутній професійній діяльності.

На лекції з механіки, молекулярної фізики та термодинаміки відводиться 30 лекційних годин, на практичні та лабораторні – по 16 годин. Більша половина часу – 73 години – надається студентам для самостійної роботи.

Зміст програми з механіки (змістовий модуль І), передбачає вивчення тем: кінематика матеріальної точки, динаміка матеріальної точки,

механіка твердого тіла, сили у природі, механіка рідин і газів та коливання і хвилі.

Базові знання студентів з курсу фізики загальноосвітньої школи відповідного розділу «Механіка» поглиблюються вивченням питань, знання яких потребує майбутня фахова діяльність студентів. Зокрема, вивчення кінематики матеріальної точки доповнюється розглядом питань кутових швидкостей та прискорень (робота на станках, виробничих обертових механізмах передбачає знання теорії нерівномірного руху по колу), розглядається на більш глибокому рівні зв'язок між лінійними та кутовими величинами.

Динаміка представлена темами: динаміка матеріальної точки, механіка твердого тіла, сили у природі, механіка рідин і газів. Динаміка матеріальної точки доповнюється розглядом відповідних питань класичної динаміки з використанням більш потужного математичного апарату. Закони динаміки матеріальної точки доповнюються темою «Механіка твердого тіла». Студенти опановують закони поступального і обертального руху абсолютно твердого тіла, знайомляться з поняттями миттєвої осі обертання, момент інерції, момент пари сил, момент імпульсу твердого тіла. Опановують основне рівняння динаміки твердого тіла, з'ясовують сутність теореми Штейнера, теореми про кінетичну енергію тіла, що обертається та закону збереження моменту імпульсу твердого тіла. Знання студентів про сили у природі доповнюються вивченням в'язкого тертя, формули Стокса; пружні властивості тіл з'ясовуються більш детально, вводиться поняття коефіцієнту Пуассона. Розгляд даної теми завершується вивченням енергії, густини енергії пружної деформації.

В окрему тему винесено вивчення механіки рідин та газів, що передбачає розгляд задач гідроаеромеханіки. Студенти опановують поняття: ідеальна рідина, стаціонарний рух рідини, реакція рідини, ламінарна та турбулентні течії, сили лобового опору та підйомна сила крила літака. Вивчаються рівняння та формули Бернуллі, Торрічеллі, Пуайзеля, з'ясовується фізичний зміст числа Рейнольдса.

Тема коливання і хвилі передбачає розгляд коливального руху тіла (матеріальної точки) під дією пружних і квазіпружних сил. Вивчається рівняння руху механічних коливальних систем: пружинний, математичний, фізичний і крутильний маятники, розглядаються фізичні величини, що характеризують процеси в даних системах. З'ясовується з використанням математичного апарату фізична сутність диференціального рівняння вимушених коливань, записується його розв'язок у загальному вигляді. Студенти опановують поняття резонансу в коливальних системах, умови його виникнення, позитивні та негативні прояви. Це питання є дуже важливим для забезпечення питань безпеки технологічних механічних процесів.

Другий змістовий модуль передбачає вивчення молекулярної фізики та термодинаміки. Згідно програми даного модуля розглядається чотири теми: основи МКТГ, основи термодинаміки, фізика реальних газів та рідин, вивчаються властивості твердих тіл і рідин з точки зору молекулярної фізики.

Основи МКТГ починають із вивчення основних положень цієї теорії та розглядом основного рівняння МКТГ. З'ясовується сутність сталої Больцмана, фізичний зміст тиску газу, розглядається закон Дальтона стосовно тиску суміші газів. Наступний етап – вивчення ізопроесів та рівняння стану

ідеального газу. Доповнюється вивчення теми розглядом питань статистичної фізики стосовно вимірювання швидкостей молекул та їх розподілу за Максвеллом. Вивчення основ МКТГ завершує розгляд питання про барометричну формулу, з'ясування її фізичного змісту.

Основи термодинаміки передбачають вивчення першого та другого законів термодинаміки, рівнянь Майєра, Пуассона, з'ясування поняття: термодинамічна система, рівноважні стани, параметри стану, теплоємність ідеального газу, адіабатичний процес, ентропія, оборотні та необоротні процеси, цикл Карно, зведена теплота. Стосовно цих понять вивчаються нерівність Клаузіуса, теорема Нернста.

Тема «Реальні гази та рідини» передбачає розгляд експериментальних ізоTERM реального газу та рівняння Ван дер Ваальса, яке їх описує. Студенти з'ясовують сутність критичного стану, поняття фази та фазових переходів першого та другого роду, рівноваги рідини та газу. Після розгляду фізичного змісту процесу випаровування з'ясовується сутність рівняння Клапейрона-Клаузіуса, вивчається особливості процесу кипіння. Завершує вивчення реальних газів та рідин розгляд питань: зрідження газів, ефект Джоуля-Томсона, вивчення властивостей поверхневого шару рідини, поверхневого натягу, змочування, капілярності, розглядом тиску насичених парів над меніском.

Властивості твердих тіл з точки зору їх молекулярної будови вивчаються в наступному порядку: спочатку розглядається розташування атомів та молекул в аморфних та кристалічних тілах, з'ясовується сутність анізотропії кристалів, вводиться класифікація кристалів за типом зв'язку; аналізуються механічні властивості твердих тіл і описуються

законом Гука, поняттям механічна напруга та модуль Юнга; розглядаються теплові властивості кристалів та пов'язані з цим процеси сублімації, плавлення і кристалізації; завершальним є питання вивчення властивостей рідких кристалів.

Спеціальна підготовка майбутнього вчителя трудового навчання у педагогічному вузі складається із загальнонаукової, загально-технічної, теоретичної й практичної підготовки за фахом, пов'язаної з тим напрямком діяльності, якому він буде навчати школярів, гарного знання виробництва.

Сучасні умови роботи у школі вимагають, щоб учитель трудового навчання був фахівцем широкого профілю, мав широкий науковий і технічний кругозір. Без цього він не зможе відповісти на різноманітні питання учнів, керувати гуртками й іншими видами позакласної роботи з техніки й праці, розвивати технічне мислення й конструкторські здібності школярів, готувати їх до вибору професії. Разом з тим учитель трудового навчання повинен бути підготовлений до проведення занять із столярної і слюсарної справи, механічної обробки металів, з основ електротехніки й електромонтажу.

Загальнонаукова підготовка вчителя трудового навчання має містити глибокі й міцні знання з курсу загальної фізики, елементарної і вищої математики, з теоретичної механіки та нарисної геометрії. Ці знання є тією основою, на якій будується загально-технічна й спеціальна підготовка вчителя. Крім того, такі знання потрібні вчителю для здійснення кваліфікованого, науково обґрунтованого зв'язку занять у навчальних майстернях з викладанням основ наук.

Глибокі знання з загальнонаукових дисциплін є базою,

на якій будується теоретична й практична підготовка вчителя за фахом. Зокрема, програма занять у шкільних майстернях вимагає ознайомити школярів з елементами технології обробки деревини, металів та інших матеріалів (пластмаса, скло), у тому числі із властивостями цих матеріалів і їхнім застосуванням. Учні повинні вивчити будову і роботу інструментів (у тому числі й електричних) з обробки деревини й металів, токарного верстата по дереву і металорізальних верстатів, опанувати вміння й навички по догляду за інструментами. Важливо також навчити школярів плануванню трудового процесу, організації робочих місць, дотриманню точності у виконанні роботи, ощадливій витраті часу й матеріалів, користуванню ескізами, малюнками, кресленнями й технологічними картами, привчати учнів до самостійного конструювання окремих деталей і виробу в цілому і т.п.

У підготовці вчителів технологій під час вивчення багатьох дисциплін і, зокрема фізики, розглядаються окремі аспекти виробничого процесу. Це сприяє підсиленню зв'язків теорії з практикою, а також підкреслює міждисциплінарні зв'язки. Зрозуміло, що при вивченні властивостей матеріалів та принципу дії машин і механізмів, які застосовуються в сучасному виробництві, слід досліджувати їх комплексно, а досягти цього можна лише за умови встановлення тісних міжпредметних зв'язків з фізикою. Проаналізувавши навчальний план, ми встановили, що частина цих зв'язків є попередніми (ретроспективними) для фізики. Деякі з них є супутніми (синхронними) з фізикою, завдяки паралельності вивчення цих предметів у часі. Але більшість зв'язків послідовні (перспективні), тобто подальше навчання студентів вимагає значного запасу знань з фізики.



Здійснивши тематичний та поелементний аналіз програм із спецдисциплін та фізики, ми визначили, що близько 80% теоретичних знань, 60% практичних робіт, які повинен опанувати вчитель трудового навчання, близько 70% прийомів діяльності, якими він повинен користуватись у своїй педагогічній діяльності, безпосередньо базуються на знаннях, вміннях та навичках, набутих при вивченні фізики. Тобто для кваліфікованого навчання школярів учитель повинен мати ґрунтовні знання з усіх загальнонаукових дисциплін і найбільшою мірою з фізики.

Нашими дослідженнями встановлено, що в професійній моделі вчителя трудового навчання повинні поєднуватись такі компоненти: компетентність; особистісна орієнтація; морально-духовна культура; професійна позиція педагога.

1. Компетентність (лат. Competentia — відповідальність) — коло повноважень особи, коло питань, з яких вона має певні знання, певний досвід. Сучасні дослідники і вчені в галузі педагогіки виділяють у структурі професійної компетентності вчителя кілька складових: теоретичну готовність учителя до діяльності, що передбачає наявність аналітичних, прогностичних, проєктивних, рефлексивних умінь; практичну готовність учителя, яка виявляється у його зовнішніх вміннях, за допомогою яких здійснюються дії, які можна спостерігати. До них належать організаторські (мобілізаційні, інформаційні, розвивальні, орієнтаційні) та комунікативні (перцептивні, педагогічного спілкування, педагогічної техніки).

2. Особистісна орієнтація розглядається як стійке глибоке усвідомлення власної соціальної значущості, відповідальності перед державою, собою за результати

педагогічної діяльності, її відповідності принципам і морально-духовним цінностям демократичного суспільства. Це вміння стратегічно прогнозувати й оцінювати досягнення науки, психологічна готовність педагога до технологічних нововведень, наявність у нього обґрунтованої позиції щодо моделювання саморозвитку й самореалізації. [2].

3. Морально-духовна культура. Особливості педагогічної праці і діяльність учителя трудового навчання у сфері практичного виробництва зумовлюють специфіку професійної педагогічної моралі та поведінки. Вона полягає в тому, що сукупність принципів, норм і правил, які регулюють поведінку та відносини у процесі педагогічної діяльності, визначаються змістом діяльності вчителя. [4]

4. Професійна позиція вчителя взагалі і зокрема у сфері педагогічної діяльності. Її специфіка вимагає, аби вчитель мав чітку власну позицію, вмів науково і зрозуміло її обґрунтувати, відстояти і прогнозувати результати досягнень у професійній діяльності (засвоєння учнями теоретичного і практичного матеріалу і т.д.). Одночасно вчителю трудового навчання потрібно виявляти готовність до нововведень, моделювання маршруту щодо професійного самовдосконалення з урахуванням своїх потенційних здібностей та потреб суспільства, проєктування мети власної діяльності, продумувати послідовність викладення матеріалу та проведення трудових операцій. Мотивації оптимальних досягнень у педагога властива цілеспрямованість на життєдіяльність як особистісну, так і на професійну. Водночас від розвитку ціннісної орієнтації залежить всебічність оволодіння особистістю соціальним середовищем. Отже, фундаментом професійної позиції

педагога є професіоналізм, який віддзеркалює життєвий, філософський рівень культури вчителя, професійні цінності і стиль взаємовідносин у сфері освіти й соціального середовища.

**Висновки.** Максимальний рівень знань та вмінь з фізики у підготовці майбутнього вчителя-технолога забезпечується оптимальним поєднанням різних форм навчальної діяльності, логічно структурованим курсом фізики, синхронним поєднанням лекційних (теоретичних), практичних та лабораторних занять з відповідних тем курсу фізики. Лише в результаті формування професійної компетентності в контексті різних підходів педагог буде здатний забезпечити позитивні та високоефективні результати у навчанні, вихованні та розвитку учнів.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. ГАЛУЗЕВИЙ СТАНДАРТ ВИЩОЇ ОСВІТИ. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра за спеціальністю

6.010100 Педагогіка і методика середньої освіти Трудове навчання, напряму підготовки 0101 Педагогічна освіта.: МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ. – Київ, 2002.

2. Смирнова Е.Э. Пути формирования модели специалиста с высшим образованием. — Л.: Изд-во ЛГУ.-1977. - 136 с.

3. Данилова Г.С. Акмеологічна модель педагога //Освіта і управління. – 2006. -№3-4.- с.82-84.

4. Шишов С. Понятие компетенции в контексте качества образования // Дайджест педагогических идей та технологій. Школа-парк. – 2002. - №3.

5. Педагогіка / Под ред. Ю.К.Бабанского. – М.: Просвещение, 1983. – 608с.

6. Овчарук О. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти // Стратегія реформування освіти в Україні. – К.: К.І.С., 2003.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Сірик Едуард Петрович** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* удосконалення системи навчального експерименту з фізики.

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ВАЛЕОЛОГІЧНОГО ВИХОВАННЯ УЧНІВ

**Тетяна СКОРОХОД**

*Розкрито сутність та основні складові готовності майбутніх учителів до валеологічної діяльності. Подано опис та наведено окремі результати констатувального та формувального педагогічного експерименту.*

*The essence and main components of would-be school teachers' preparedness for valeological education. The description and the results of the statement of pedagogical experiment are given.*

До важливих завдань навчально-виховного процесу сучасної загальноосвітньої школи одночасно відноситься і валеологічна освіта школярів, формування в учнів знань про здоров'я, ЗСЖ та безпеку

життєдіяльності, що покладається насамперед на вчителя і залежить від рівня його готовності до такої роботи.

**Актуальність проблеми.** У процесі проведеного нами констатувального експерименту було встановлено, що існуюча система у педагогічних ВНЗ ще далека від такої, котра забезпечує належні умови для позитивного вирішення формування готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до виховання в учнів культури здоров'я і ЗСЖ. Виконаний на теоретичному рівні

науково-педагогічний аналіз дозволив виділити та обґрунтувати необхідність внесення конкретних змін в існуючу систему роботи педагогічних ВНЗ з метою поліпшення підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання школярів.

**Аналіз попередніх досліджень.** Теоретичне вивчення зазначеної проблеми, зокрема, дало нам можливість крім наукового обґрунтування педагогічних умов ефективності у здійсненні підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін передбачити і запропонувати відповідне спрямування навчально-виховного процесу та реалізувати модель дидактичної системи для комплексної підготовки студентів природничих дисциплін у педагогічному ВНЗ як до валеологічного виховання школярів, так і з метою оволодіння студентами необхідною валеологічною інформацією, опанування ефективними методами і способами валеологічної діяльності та сучасними інноваційними педагогічними технологіями у процесі організації та проведення навчальних занять, виконання науково-дослідної роботи, проходження педагогічної практики й участі у позанавчальній діяльності.

**Мета статті.** У зв'язку з потребою показати ефективність отриманих здобутків нам треба було реалізувати низку сформульованих завдань у нашому дослідженні, які полягали у підготовці та проведенні формульованого експерименту, отриманні й наступному аналізі тих даних, які дозволяють зробити висновок про ефективність запропонованої дидактичної системи, яка базується на запровадженні спецкурсу для студентів та пропонованій методиці організації і проведенні занять зі спецкурсу

«Формування культури здоров'я молоді у підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін» та зазначених педагогічних умов, що забезпечують успішність запропонованої моделі дидактичної системи.

**Основні результати.** У процесі експериментальної роботи використано було комплекс методів, серед яких: анкетування, тестування, педагогічні спостереження, аналіз результатів творчої і практичної діяльності студентів, формульовний експеримент, статистичні вимірювання, моделювання педагогічних ситуацій. Вибір саме цих методів був пов'язаний з необхідністю отримання достовірної інформації, яка засвідчувала б рівень готовності майбутніх учителів до валеологічного виховання, динаміку змін, які відбулися завдяки упровадженню спецкурсу і рекомендованої методики і методичного забезпечення організації занять зі студентами, а також результативність в цілому моделі дидактичної системи для забезпечення формування готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання учнів у сучасних загальноосвітніх навчальних закладах.

Одне із важливих завдань підготовчого етапу формульованого експерименту полягало у тому, щоб при відборі контрольної та експериментальної груп визначити та порівняти стан готовності студентів до валеологічного виховання школярів, що мало б засвідчити і констатувати зміни, які мали місце в результаті реалізації традиційного та інноваційного підходу у підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання школярів. До контрольної групи було введено 149 студентів, а до експериментальної – 138 студентів.

З урахуванням визначених нами критеріїв ми виокремили і

обґрунтували три рівні готовності (високий, середній, низький) особистості майбутнього вчителя до валеологічної освіти та до передачі учням необхідних знань, умінь і навичок валеологічного змісту.

З метою отримання об'єктивних даних стосовно готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання учнів, нами для кожного студента розраховувався коефіцієнт готовності (КГ) за формулою:  $KГ = \frac{КОБ}{МКБ}$ , де КОБ – кількість отриманих балів, МКБ – максимально можлива кількість балів.

Якщо коефіцієнт КГ був у межах від 0,8 до 1,0 – рівень готовності вважався *високим*; від 0,4 до 0,7 – *середнім*; меншим за 0,4 – *низький рівень*.

У ході констатувального експерименту ми мали можливість визначити рівні готовності майбутніх учителів природничих дисциплін не лише з урахуванням окремих критеріїв та показників, але й у цілому, тобто на основі основних параметрів, які характеризують їх спроможність успішно реалізувати основні завдання валеологічного виховання в школі, що представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Готовність майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання учнів (на початку формувального експерименту)

Рівні готовності студентів	Експериментальна група		Контрольна група	
	Абс.	%	Абс.	%
Низький рівень готовності	59	42,7	71	47,65
Середній рівень готовності	67	48,6	64	42,95
Високий рівень готовності	12	8,7	14	9,4
Усього студентів	138	100	149	100

Як бачимо, студенти контрольної та експериментальної груп суттєво не відрізняються за показниками готовності до валеологічної освіти школярів, а наявна відмінність лежить у межах 5% похибка, яка традиційно прийнята для педагогічних досліджень.

Оцінюючи **низький рівень готовності** студентів до валеологічного виховання в школі, що складало майже половину студентів (42,7% в експериментальній групі і 47,65% – у контрольній групі), ми виокремили від інших такі показники, як схильність до прийняття спонтанних рішень щодо валеологічного виховання учнів, схильність до епізодичної передачі дітям знання валеологічного змісту (наприклад: про інфекційні хвороби, що набули соціального значення). Одночасно встановлено, що

представники цієї групи мали обмежений досвід практичної роботи та організації навчально-виховних заходів взагалі, і безперечно недостатньо володіли вміннями організації заходів валеологічної спрямованості (проведення тренінгів, ділових, рольових ігор та інших інноваційних технологій). У своїх діях і спробі педагогічного впливу ці студенти намагалися впливати на процес формування культури здоров'я учнів, але це мало сприяло позитивному розв'язанню завдань валеологічного виховання.

Відчутним у цієї групи студентів був дефіцит валеологічних знань. Студенти з низьким рівнем готовності ілюстрували недостатній рівень знань з основ валеології (не знали як негативно впливають на серцево-судинну систему

гіподинамія, нераціональне харчування, стреси та шкідливі звички), не володіли необхідною інформацією про закономірності розвитку та росту дітей шкільного віку (слабо уявляли фізичний та психічний розвиток дитини, акселерацію, «шкільний стрес» як один із основних факторів зниження рівня здоров'я учнів), могли розповісти лише про окремі аспекти розвитку здоров'я людини та наголосити лише на окремих способах розв'язання актуальних проблем валеологічного спрямування. Такий стан свідчив про те, що у професійній підготовці студенти ще не отримали необхідного обсягу валеологічних знань, не усвідомили достатньою мірою сутність валеологічних проблем, які їм треба буде вирішувати у навчально-виховній роботі з учнями.

Серед іншої виокремленої нами групи студентів виділено 42,95% (КГ) та відповідно 48,6% (ЕГ) студентів, які відповідали показникам середнього рівня готовності до валеологічного виховання учнів. Ці групи студентів були зорієнтовані на позитивне вирішення актуальних завдань, що пов'язані з охороною та збереженням здоров'я учнів. Однак, вони спроможні були розповісти учням лише про окремі аспекти розвитку здоров'я, розкрити лише окремі способи розв'язання важливих валеологічних завдань (загально зміцнювальний вплив фізкультури, рухливих ігор та вплив загартування на здоров'я молоді). Студенти цієї групи мали можливість розкривати окремі питання, як соціальні та психофізіологічні причини вживання наркотичних речовин, шляхи профілактики різних форм девіантної поведінки, здатні впливати на емоційно-чуттєвий, інтелектуально-понятійний та діяльнісний досвід учнів стосовно збереження здоров'я, формування культури здоров'я і здорового способу життя.

Одночасно, ми встановили, що лише 9,4% студентів контрольної та 8,7% студентів експериментальної групи виявили **високий рівень готовності** до валеологічної діяльності, що відрізнялися усвідомленням необхідності дотримання комплексної програми дій щодо валеологічного виховання учнів, показали уміння системно передавати учням знання валеологічного змісту, виявили спроможність впливати на розвиток не лише окремих параметрів культури здоров'я учнів, а й здатні вирішувати питання, що охоплюють низку найважливіших проявів здоров'я, зокрема основних його складових: фізичне, психічне і духовне здоров'я учнів, наприклад, валеологізація навчального процесу, новітні освітні технології.

Ці студенти були готові спиратися на різні джерела з тим, щоб забезпечити ефективне вирішення питань валеологічного виховання школярів і не залишалися просто виконавцями вже готових й апробованих методичних порад та рекомендацій, які у них вже є і проаналізовані та обговорені на заняттях. Їхня педагогічна діяльність характерна була постійним творчим пошуком, вони виявляли ініціативу, цікавилися новими і більш ефективними методиками і технологіями успішного розв'язання валеологічних завдань.

Таким чином, у процесі констатувального експерименту були отримані вагомі результати, що з *одного боку*, дозволили охарактеризувати розроблені і запропоновані нами критерії і рівні готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання школярів і дати оцінку показникам тих рівнів, за якими ми планували оцінити ефективність створеної нами моделі дидактичної системи підготовки та

педагогічних умов успішної її реалізації у процесі формування готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до виховання у школярів ЗСЖ і культури здоров'я. З *другого боку*, ми з'ясували особливості та існуючий стан підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання учнів. Виокремлення студентів із низьким, середнім та високим рівнем готовності до валеологічного виховання засвідчило, що у педагогічних ВНЗ підготовка таких фахівців має невикористані резерви, які важливо вивчити і використати з метою покращення професійної підготовки майбутніх учителів усіх спеціальностей, у тому числі й учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання учнів основної і старшої школи.

*Основний етап формувального експерименту* передбачав: формування у студентів необхідних валеологічних знань різними засобами; стимулювання мотивації і потребу у студентів до видів педагогічної діяльності, які обумовлені особливостями і потребами виховної роботи в школі і є найбільш характерними для валеологічної освіти; домогтися успішної реалізації у навчальному процесі комплексної програми підготовки майбутніх учителів до валеологічного виховання учнів.

Вирішення цих завдань передбачало передачу студентам необхідних знань валеологічного змісту; важливо було також зацікавити студентів педагогічних ВНЗ, які готувалися до педагогічної діяльності за іншим спрямуванням (зокрема, стати вчителем фізики, хімії, біології і т.п.) і мотивувати у них потребу додатково опанувати нову навчальну інформацію, яка є специфічною для їхньої майбутньої діяльності, але разом з тим є досить важливою і необхідною у

зв'язку із педагогічною виховною роботою в сучасній школі; доцільно було врахувати рівень методичної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, їхнє уміння приймати ефективні рішення для розв'язання різних проблем у поєднанні сучасних інноваційних педагогічних технологій, включаючи і інформаційно-комп'ютерні технології навчання, їхню готовність до запровадження різних засобів у навчально-виховному процесі. Досить важливим аспектом тут ми вважали ту обставину, що студенти фізичних і взагалі природничих напрямків підготовки у педагогічному ВНЗ схильні до комплексного і системного сприйняття об'єкта вивчення, вони готові до усвідомлення складних, а інколи і суперечливих об'єктів (наприклад, у фізиці корпускулярно-хвильовий дуалізм, єдність неперервного і перервного тощо), що безперечно є вагомим у формуванні готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання школярів.

**Підсумковий етап формувального експерименту** нашого дослідження передбачав визначити стан готовності до валеологічного виховання студентів контрольної та експериментальної групи, порівняти кількісні та якісні показники і зробити відповідні висновки щодо ефективності запропонованої моделі дидактичної системи і педагогічних умов її реалізації. При цьому важливо виявити динаміку готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання, яку вдалося зафіксувати для студентів контрольної та експериментальної групи, дослідити ті зміни, які відбулися завдяки упровадженню нових педагогічних вирішень (зокрема спецкурсу та методичних посібників для реалізації запропонованої методики його проведення).

З метою одержання вагомих і переконливих даних нами було: здійснено тестування студентів контрольної та експериментальної групи; виокремлені результати, що характеризують готовність студентів до валеологічного виховання; визначені рівні готовності студентів

експериментальної і контрольної груп до валеологічного виховання; виконано порівняння отриманих результатів та виявлено динаміку готовності до валеологічного виховання студентів контрольної та експериментальної груп. Отримані експериментальні дані відображені у таблиці 2.

Таблиця 2

Готовність майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання учнів (за даними формувального експерименту)

Рівень готовності	На початку експерименту				Після завершення експерименту			
	Експерименталь на група		Контрольна група		Експерименталь на група		Контрольна група	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Низький	59	42,7	71	47,65	12	8,7	56	38,4
Середній	67	48,6	64	42,95	88	63,8	72	49,3
Високий	12	8,7	14	9,4	38	27,5	18	12,3
Всього студентів	138	100	149	100	138	100	146	100

Аналіз результатів, що містяться у таблиці 2, дають можливість констатувати наступне. Свою готовність до програмно-цільової організації валеологічного виховання на основі комплексної програми в експериментальній групі (ЕГ) виявило 27,5% студентів, у той час, як у контрольній групі (КГ) цей показник становить 12,3%, що дає коефіцієнт зростання цього показника:

$$\text{для КГ: } k_k = \frac{12,3}{9,4} = 1,3;$$

$$\text{для ЕГ: } k_e = \frac{27,5}{8,7} = 3,16,$$

а у кінцевому варіанті  $n_e = \frac{k_e}{k_k}$ , де  $k_k$  – зростання показника для контрольних груп, а  $k_e$  – відповідне зростання цього показника для експериментальних груп. Тоді матимемо динаміку росту показника з даного аспекту готовності майбутніх учителів до валеологічної

освіти учнів:  $n_e = \frac{k_e}{k_k} = 2,4$ , що кількісно більше, ніж удвічі.

Результати одночасно свідчать про збільшення кількості студентів, що мають середній рівень готовності до валеологічного виховання учнів. Тут маємо наступне співвідношення:

$$\text{для КГ: } k_k = \frac{49,3}{42,95} = 1,15;$$

$$\text{для ЕГ: } k_e = \frac{63,8}{48,6} = 1,3$$

Тоді коефіцієнт зростання цього показника на середньому рівні готовності майбутніх учнів до валеологічної освіти становитиме:

$$n_e = \frac{k_e}{k_k} = \frac{1,3}{1,15} = 1,14$$

Зазначимо, що така динаміка у результаті експериментальної перевірки ефективності моделі дидактичної системи та педагогічних умов ефективної їх реалізації здійснюється за рахунок зменшення тієї частини

студентів контрольної та експериментальної групи, які мали низький рівень готовності до валеологічного виховання учнів. Оскільки мова йде про зменшення цього показника, то для кількісної оцінки скористаємося співвідношенням початкових результатів до кінцевих для обох груп:

$$\text{для КГ: } k_k = \frac{47,65}{38,4} = 1,24;$$

$$\text{для ЕГ: } k_e = \frac{42,7}{8,7} = 4,9$$

За цих обставин динаміка у зменшенні характерна коефіцієнтом:

$$n_n = \frac{k_e}{k_k} = \frac{4,9}{1,24} = 3,96$$

**Висновки.** Враховуючи, що кількість студентів у контрольній групі дещо змінилася на кінець формувального експерименту, ми вважаємо, що для з'ясування динаміки у формуванні готовності майбутніх учителів природничих дисциплін на основі проведеного нами формувального експерименту найкраще

буде ілюструвати коефіцієнтами, що характеризують відповідні показники для КГ та ЕГ як їхнє відповідне співвідношення.

Отже, отримані результати та їх аналіз дозволяє констатувати, що відбулися позитивні зміни з основних показників рівнів готовності студентів ЕГ у порівнянні з КГ до валеологічного виховання та в цілому у підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін до валеологічного виховання школярів. Переважна більшість студентів експериментальної групи засвідчили показники високого та середнього рівня; суттєво зменшилося число тих студентів, хто виявляв недостатню готовність до успішного вирішення зазначених питань валеологічного напрямку у навчально-виховному процесі сучасної школи.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Скороход Тетяна Володимирівна** – викладач Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми методики викладання природничих дисциплін.

## ДОМАШНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ

**Ольга СЛОБОДЯНИК**

*У статті розглядається роль і місце домашніх експериментальних завдань у навчально-виховному процесі з фізики, їх вплив на розвиток самостійної роботи та творчих здібностей студентів.*

*In the article a role and place of home experimental tasks in an educational-educate process from physics, their influence is examined on development of independent work and creative capabilities of students.*

**Актуальність проблеми.** Вдосконалення способів самостійної роботи полягає в підвищенні якості знань учнів, розвитку вміння

самостійно здобувати і поглиблювати свої знання, у пошуку раціональних шляхів вирішення поставленої задачі.

Будь – яка навчальна діяльність студента неможлива без його пізнавальної активності та внутрішньої мотивації [3]. На думку вчених [4] однією з умов прояву у студентів пізнавальної активності є стимулювання і мотивація до такої діяльності та формування уміння самостійно набувати і поглиблювати здобуті знання, бо, щоб знання набули



практичної ваги і значення, слід навчитися застосовувати їх на практиці, наприклад при виконанні лабораторних досліджень, розв'язуванні теоретичних та експериментальних фізичних завдань та ін.. Слід зауважити, що розв'язування задач є однією з обов'язкових умов вивчення курсу фізики, що в свою чергу сприяє ефективному засвоєнню системи знань і розвитку мислення учнів. Розв'язування експериментальних фізичних завдань вимагає від студентів як достатніх теоретичних знань, так і певних практичних навичок; максимально наближає процес навчання до життєвого середовища; відкриває можливість різностороннього розвитку індивідуальних можливостей кожного студента.

Саме експериментальні задачі дають можливість перевірити деякі фізичні закони, визначити фізичні сталі в реальних умовах, що ефективно сприяє засвоєнню та поглибленню отриманих знань на лекціях, практичних та лабораторних заняттях; допомагають внутрішньо зрозуміти і з'ясувати питання, які на теоретичному рівні не завжди вдається сприйняти у повному обсязі.

Для того, щоб розв'язування експериментальної задачі було ефективним і результативним слід дотримуватися певних вимог: по-перше, перед постановкою експерименту потрібно чітко сформулювати його мету; по-друге, провести аналіз умови задачі, виявити закономірності, яким підкорюються описані процеси; слід розкрити методику і техніку виконання експерименту, підготувати необхідне обладнання й бланки для запису та обробки результатів; провести аналіз одержаних результатів й оцінити похибки вимірювань. Саме від виконання зазначених вимог залежить

правильність розв'язку сформульованої проблеми чи задачі.

**Аналіз досліджень з даної теми** засвідчує, що використання експериментальних задач у навчальному процесі з фізики має дуже великий позитивний вплив на засвоєння матеріалу, сприяє розвитку творчої діяльності, індивідуальних якостей студента [1; 3].

До експериментальних задач [2] можна віднести домашній експеримент, що є складовою частиною системи фізичного експерименту. Зокрема, такий експеримент виконується самостійно, без допомоги викладача чи товаришів. Проте самостійність в навчальному процесі завжди відносна. При запровадженні в навчальний процес домашнього експерименту роль викладача полягає в організації роботи студентів, а останні, самостійно працюючи над розв'язанням поставленого завдання, і добираючи необхідні прилади, проводячи досліди та обробляючи результати експерименту, набувають необхідних знань, умінь та навичок застосовувати набуті знання на практиці.

Домашній експеримент є одним із видів домашньої самостійної навчальної роботи, тому організація його виконання вимагає врахування загальних дидактичних вимог, що ставляться до домашніх завдань. Необхідність використання домашньої роботи студентів зумовлена тим, що вивчення програмного матеріалу не можна обмежити роботою в аудиторії. Для повноцінного засвоєння матеріалу студенти повинні опрацювати його у різних ситуаціях і поєднаннях і за можливості не один, а кілька разів, розглядати його під новим кутом зору.

**Мета статті.** Акцентувати увагу викладачів фізики, що формуванню знань, практичних умінь та навичок учнів сприяють ті домашні завдання, які передбачають поглиблення і

закріплення засвоєних на занятті знань та їх застосування в умовах, наближених до життєвих та проаналізувати окремі приклади таких експериментальних завдань.

**Виклад суті проблеми.** Для виконання домашнього експерименту широко використовуються нетипові прилади (побутові та саморобні). Це вимагає залучення студентів до конструювання та винахідництва, що сприяє розвитку їх творчих здібностей. У процесі технічної творчості відбувається формування людини як особистості. Крім того, завершальним етапом у розвитку розумових операцій студентів є не становлення розумової дії, а реалізація цієї дії в практичній діяльності [4].

Організація виконання студентами домашнього експерименту забезпечує сприятливі умови для диференційованого підходу до навчання. Об'єктивна необхідність диференційованого підходу зумовлена анатоомо-фізіологічними і психічними особливостями студентів, які впливають на відношення студентів до вивчення фізики, на здатність успішно проводити фізичний експеримент або розв'язувати задачі, на швидкість і міцність запам'ятовування конкретного матеріалу, вміння логічно розмірковувати тощо. Диференціація домашніх експериментальних завдань забезпечує індивідуалізацію навчання, створює оптимальні умови для виявлення і розвитку інтересів і здібностей кожного студента.

Таким чином, для успішного використання домашнього експерименту під час навчання фізики необхідно, щоб домашні експериментальні завдання були органічним продовженням та доповненням аудиторних практичних і лабораторних занять, враховували диференційований підхід до навчання, передбачали використання знань на

практиці та в умовах, наближених до життєвих.

Наведемо декілька прикладів експериментальних завдань, що не потребують складного обладнання і без особливих зусиль виконуються в домашніх умовах. **Задача 1.** Медичний термометр називається «максимальним», бо якщо його не струшувати, то він увесь час показує ту максимальну температуру, до якої був нагрітий. Подумайте, чому для вимірювання температури термометр треба тримати 10-15 хв, а струшуванням стовпчика ртуті його практично відразу можна привести до початкового положення?

**Відповідь.** Термометр тримають доти, поки різниця температур між ним і тілом не стане меншою за  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Будь-яка різниця температур зменшується вдвічі приблизно за однакові інтервали часу. Початкова різниця температур між тілом і термометром дорівнює приблизно  $20^{\circ}\text{C}$  ( $37^{\circ}\text{C} - 17^{\circ}\text{C}$ ). Щоб ця різниця стала меншою за  $0,1^{\circ}\text{C}$ , вона має 8 разів зменшитися вдвічі ( $20:2=10$ ;  $10:2=5$ ;  $5:2=2,5$ ;  $2,5:2=1,25$ ;  $1,25:2=0,625$ ;  $0,625:2=0,312$ ;  $0,312:2=0,156$ ;  $0,156:2=0,078$ ). Експериментально встановлено, що на зменшення різниці температур удвічі потрібно приблизно 1 хв, тому термометр доводиться тримати у 8 разів довше, хвилин до 10. [2]. **Задача 2.** Визначити температуру нитки електричної лампочки в робочому стані. Розв'язання цієї задачі допомагає зрозуміти, що прямі вимірювання фізичних величин часто просто неможливі. Однак, цінність цієї задачі полягає ще й у тому, що закономірність зміни опору нитки розжарення від температури  $R_T=R_0(1+\alpha\Delta T)$  студенти засвоюють суто формально і не розуміють її практичного значення. Але саме з аналізу формули  $R_T=R_0(1+\alpha\Delta T)$  впливає і план розв'язання цієї задачі.

Він складається з таких пунктів: а) виміряти температуру нитки ( $T_0$ ) в холодному стані; б) виміряти опір нитки в холодному стані ( $R_0$ ); в) виміряти опір нитки в робочому стані; г) взяти з таблиці значення температурного коефіцієнта опору  $\alpha$  для матеріалу, з якого виготовлена нитка розжарення лампочки (вольфрам). Тоді температура нитки в холодному стані дорівнює температурі повітря в кімнаті, для вимірювання її опору в холодному стані складаємо електричне коло за схемою (рис.1).

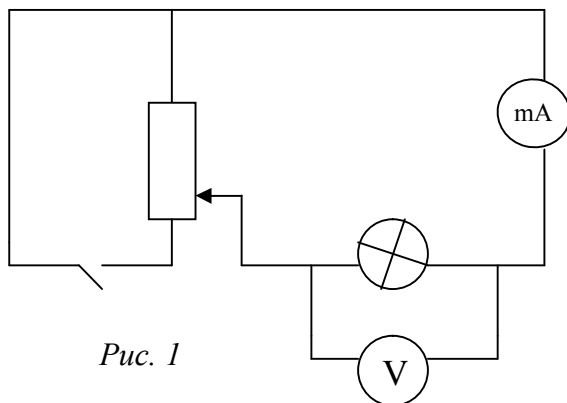


Рис. 1

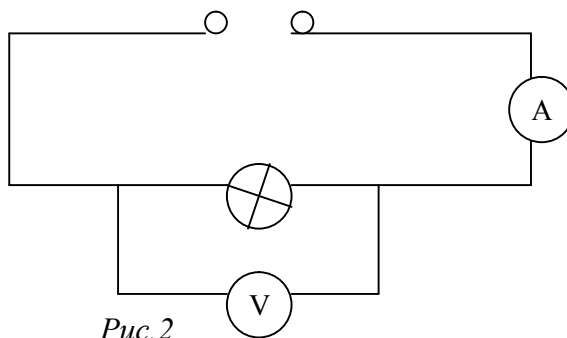


Рис. 2

Використовуємо демонстраційні гальванометр та вольтметр, джерело струму ВУП-2 та електричну лампочку на 6 чи 12 В. За допомогою реостата, який вмикається як потенціометр, треба встановити такий режим, щоб сила струму була досить малою. На основі досліду розраховують опір нитки в холодному стані:  $R = \frac{U_0}{I_0}$ .

Для визначення опору нитки в розжареному стані складаємо коло

(рис.2). За даними вимірювань визначаємо опір:  $R_T = \frac{U}{I}$ . На основі

даних досліду визначаємо температуру  $T$  нитки в робочому стані:  $R_T = R_0(1 + \alpha \Delta T)$ , де  $\Delta T = T - T_0$ .

Одержимо:  $T = \frac{R_T - R_0(1 - T_0 \alpha)}{R_0 \alpha}$ .

**Задача 3.** Щоб охолодити склянку чаю, доводиться довго чекати. Коли чай швидше охолоне: якщо спершу почекати, а згодом вкинути цукор, чи, навпаки, вкинути цукор, а потім почекати? Проведіть досліди для двох випадків і поясніть результати.

Обладнання, хід роботи, установку і таблицю результатів експерименту складіть самостійно. Побудуйте графік залежності температури від часу для двох випадків. Складіть звіт.

Слід зазначити, що розв'язування експериментальних задач є однією з найактивніших форм навчального процесу, що сприяє розвитку творчого мислення студентів, набуття навичок практичного виконання завдань. Виконуючи домашні експериментальні завдання, студенти здобувають знання шляхом спроб і помилок, а не отримують їх у готовому вигляді. Виконання таких завдань сприяє розвитку активності й самостійності, удосконалює практичні вміння й навички. Для того ж слід врахувати такий обов'язковий елемент, щоб виконати дослід, студенту необхідно самому скласти план дій, а нерідко й виготовити необхідне обладнання, що в свою чергу позитивно впливає на розвиток пізнавальних інтересів, творчих здібностей, бажання досягти мети, виконати дослід, щоб одержати результат.

У залежності від обсягу і терміну виконуваних завдань та їхнього поєднання у єдину систему, одержані результати своїх досліджень студенти

можуть оформити у вигляді реферату, курсової чи навіть дипломної роботи.

За цих обставин зазначимо, що експериментальні задачі відрізняються від типових тим, що хід виконання, а в деяких випадках і кінцевий результат студенту невідомий і немає чіткого алгоритму для їх виконання.

Як свідчить аналіз окремих досліджень з порушеної проблеми, виконання таких завдань передбачає використання значного обсягу вже засвоєних студентом знань, умінь та навичок і вимагає високо розвинутого дивергентного мислення, уяви, фантазії та певного рівня інтелектуального розвитку (рівень IQ має бути приблизно 120 балів за тестами Айзенка) [1].

На даний час зазначимо, що ще далеко недостатньо уваги приділено питанню використання домашнього експерименту студентів як продовження та доповнення аудиторного практичного заняття чи лабораторного експерименту, що особливо корисним і доцільним видається у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики. Домашній експеримент студентів, будучи невід'ємною складовою частиною системи фізичного експерименту, має свої характерні риси: він має бути органічним продовженням та доповненням виконуваних лабораторних робіт; враховувати диференційований підхід до навчання фізики; передбачати використання знань на практиці та в умовах, наближених до повсякденного життя; передбачати довгострокове виконання серії завдань, кожне наступне з яких є розвитком попереднього і базується на ньому; дослідження складної практичної проблеми через вивчення окремих складових з наступним їх поєднанням; розробка, створення і виготовлення діючих макетів та установок, де передбачені різні види завдань та різні види діяльності тощо.

Цінність таких завдань полягає в тому, що студенти беруть безпосередню участь у всіх етапах їх виконання.

Крім того зазначимо, що організація домашнього експерименту і завдань взагалі повинна враховувати можливості їх виконання тим чи іншим методом і разом з тим корисно, з одного боку, намагатися збільшити частку дослідницьких завдань, оскільки саме такі роботи мають свої переваги у формуванні практичних умінь і навичок, а також у розвитку творчих здібностей студентів, а з іншого боку – виконання завдань з використанням різних методів дослідження суттєво розширює компетенції майбутнього вчителя у галузі методики і техніки навчального експерименту.

**Висновки.** На основі наших досліджень зробимо узагальнення, що підвищення якості і рівня підготовки майбутнього вчителя фізики досить важливими є усі складові фундаментальної фахової, психолого-педагогічної та методичної підготовки, серед яких рівень експериментальних умінь і навичок посідає одне з центральних місць. Одночасно розвиваючи усю систему навчального фізичного експерименту як важливу складову педагогічної системи навчання фізики, варто більше уваги надати самостійному виконанню експериментальних завдань у домашніх умовах, а також необхідно вдосконалювати зміст, форми та методи запровадження домашнього фізичного експерименту розглядаючи його як органічне продовження та доповнення аудиторних систем навчального експерименту та практичних завдань і лабораторних робіт з фізики.

До того, слід зазначити, що вміло організована самостійна експериментальна діяльність майбутніх учителів фізики може стати середовищем для їх творчості та

самореалізації, а згодом стане досить вагомим аспектом для організації та керівництва творчої діяльності учнів.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Войтович І., Галатюк Ю. Впровадження творчих експериментальних завдань у структуру шкільного фізичного експерименту / Ігор Войтович, Юрій Галатюк // Наукові записки. - Вип.55.- Серія: педагогічні науки. - Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка.-2004.- С.191-195

2. Грудинін Б. Творчі домашні експериментальні завдання учнів під час вивчення МКТ та основ термодинаміки./ Борис Грудинін // Фізика та астрономія в школі № 2.- 2003.-С.30-33.

3. Доросевич С. О роли решения экспериментальных задач в активизации учебно-познавательной деятельности школьников./ Сергей Доросевич // Научные записки.-РВЦ КДПУ - 2006.- Вып 66.- С. 56-61.

4. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе/ А.В. Усова, З.А. Вологодская [пособие].- М.: Просвещение, 1981.- 158с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Слободяник Ольга Володимирівна** - старший лаборант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, пошукувач.

*Наукові інтереси:* проблеми організації самостійної роботи студентів ВНЗ в умовах підготовки фахівців з вищою освітою.

## ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ ФІЗИЧНОЇ СУТНОСТІ ЕФЕКТУ КОМПТОНА

**Віктор СЛЮСАРЕНКО**

*В даній статті розглянуто ефект Комптона та проаналізовано його фізичне тлумачення за допомогою законів збереження з метою його ефективного застосування при підготовці майбутніх вчителів фізики в педагогічних ВНЗ.*

*In this article the effect of Compton is considered and he is analysed physical interpretation by the laws of maintainance with the purpose of him effective application at preparation of future teachers of physics in pedagogical the Institute of higher.*

**Постановка проблеми.** Закони збереження відіграли важливе значення для розвитку атомної фізики. Одним з яскравим прикладів є тлумачення своїх досліджень розсіювання рентгенівських променів американським фізиком Артуром Комптоном в 1923 році, в яких він опирався на закони збереження. Отже, **метою даної статті** є аналіз застосування законів збереження при фізичному тлумаченні ефекту Комптона.

**Аналіз досліджень з даної проблеми** продемонстрував наступне: при непружному розсіюванні фотона на

зарядженій частинці повинні виконуватися закон збереження енергії і закон збереження імпульсу. Ці обмеження роблять неможливим таке розсіювання для квантів електромагнітного поля з малою частотою [1; 5].

**Виклад суті проблеми.** Після відкриття 1895 року німецьким вченим Вільгельмом Рентгеном електромагнітного випромінювання великої частоти (рентгенівські промені) виникло питання про їх розсіювання у речовині. В той час загальноприйнятою була модель будови атома, яку запропонував англієць Джозеф Джон Томсон (1856-1940). Атом представлено у вигляді неперервного розмитого в невеликому об'ємі позитивного заряду з вкрапленими у нього точковими електронами (в загальному випадку атом електрично нейтральний). Під впливом напруженості електричного поля падаючої на атом світлової хвилі

електрони набувають коливного руху з частотою хвилі і самі стають джерелом вторинного випромінювання, яке називають розсіяним. Частота розсіяного випромінювання дорівнює частоті падаючого на атом випромінювання. Таке розсіювання в 1900 році теоретично вивчено Джозефом Томсоном і отримало назву томсонівського.

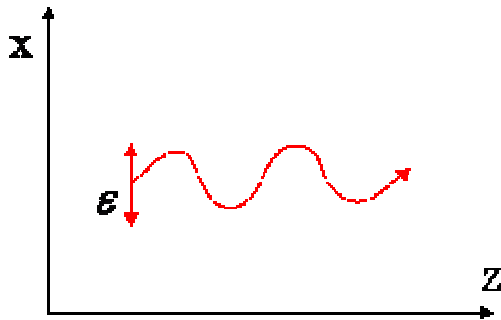


Рис. 1

Розсіювання світла на ізолюваному вільному електроні в рамках класичної електродинаміки також є томсонівським. Нехай в додатному напрямку осі  $z$  поширюється електромагнітна хвиля, напруженість  $E = E_0 \cos \omega t$  електричного поля якої колінеарна вісі  $X$  (рис. 1). При нерелятивістській швидкості руху електрона можна знехтувати його взаємодією з магнітним полем світлової хвилі і записати рівняння руху у вигляді

$$m_e \ddot{x} = qE_0 \cos \omega t, \quad (1)$$

де  $m_e$  і  $q$  – маса спокою і заряд електрона (негативний),  $E_0$  і  $\omega$  – амплітуда напруженості електричного поля хвилі і частота хвилі. Щільність потоку енергії електромагнітних хвиль дорівнює

$$S = c E_0^2, \quad (2)$$

а потужність випромінювання електромагнітної енергії точковим зарядом  $q$ , який рухається з прискоренням  $\ddot{x}$ , обчислюється за формулою

$$P = \frac{lq^2}{6c^3 \pi E_0} X^2 \quad (3)$$

Підставляючи вираз  $X = \frac{qE}{m_e}$  з

(2) в (3) і виражаючи  $E^2$  через  $S$  по рівнянню (2), запишемо вираз (3) в наступному вигляді:

$$P = 8\pi l_0 S / 3, \quad (4)$$

де  $l_0 = e^2 / (4\pi E_0 m_e c^2)$  – класичний радіус електрона, значення якого отримано із уявлення про те, що вся енергія спокою електрона  $m_e c^2$  має електромагнітне походження і дорівнює енергії  $e^2 / (4\pi E_0 l_0)$  електромагнітного поля заряду  $e$ , розподіленого по сфері радіуса  $l_0$ , тобто із рівності  $m_e c^2 = e^2 / (4\pi E_0 l_0)$ . Потужність  $P$  в (4) – енергія, розсіяна за одиницю часу електроном з потоку електромагнітної енергії падаючої хвилі. Оскільки  $S$  – щільність потоку енергії, то з (4) робимо висновок, що

$$\sigma = 8\pi l_0^2 / 3 = 6,65 \cdot 10^{-29} \text{ м}^2 \quad (5)$$

представляє ефективну площу, при попаданні на яку електромагнітна хвиля повністю розсіюється. Ця площа називається поперечним перерізом томсонівського розсіювання на вільному електроні. Очевидно, воно не залежить від довжини падаючої на електрон хвилі. Довжина хвилі рентгенівського випромінювання порядку розмірів атомів, а їх частота набагато більша власних частот коливань електронів в атомах. Тому розсіювання рентгенівського випромінювання на атомах зводиться до розсіювання на окремих електронах атомів, а поперечний переріз розсіювання на атомі є просто сумою поперечних перерізів (5) розсіювання на електронах, які входять в атом і не залежать від довжини хвилі рентгенівського випромінювання. Це дозволило у свій час визначити число електронів в атомі.

Розсіювання рентгенівських променів на атомі (томсонівське) відрізняється від розсіювання видимого світла (релеївського), яке залежить від частоти випромінювання. Професор фізики Королівського коледжу Лондонського університету, лауреат Нобелівської премії Чарльз Баркла в 1909 році експериментально вивчав томсонівське розсіювання рентгенівських променів. Його цікавив розподіл інтенсивності розсіяного випромінювання за різними напрямками. Теоретично воно було добре відоме як розподіл інтенсивності випромінювання лінійного осцилятора. Чарльз Баркла знайшов достатню узгодженість результатів своїх експериментів з передбаченнями теорії для достатньо «м'якого» рентгенівського випромінювання.

Однак для «жорсткого» рентгенівського випромінювання Баркла відмітив якісну неузгодженість результатів своїх експериментальних результатів з теорією. У той час не існувало методів вимірювання довжини хвилі рентгенівського випромінювання. Макс Фон Лауе в 1912 році й дещо пізніше Вільям Лоренс Брегг розробили такий метод на основі вивчення дифракції рентгенівських променів на кристалі і відкрили шлях до дослідів Комптона.

Американський вчений Артур Комптон 1922-1923 роках вивчав не тільки розподіл інтенсивності розсіяного випромінювання в залежності від напрямку, але й вимірював довжини хвиль цього випромінювання. Майже монохроматичне рентгенівське випромінювання з довжиною хвилі  $\lambda_0$  від джерела N направлялося на графітову мішень M, яка розсіювала випромінювання за різними напрямками. У напрямку кута  $\theta$  за допомогою кристала K і детектора D вимірювались як інтенсивність, так і

довжина хвилі розсіяного випромінювання. Результати цих експериментів для деяких напрямків розсіювання показано схематично на рис. 2. Бачимо, що при кутах  $\theta$ , відмінних від нуля, в розсіяному випромінюванні разом з довжиною хвилі  $\lambda_0$  присутня друга компонента випромінювання з довжиною хвилі  $\lambda > \lambda_0$ .

Поява у розсіяному випромінюванні довжини хвилі, відмінної від довжини хвилі  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$  пропорційно  $\sin\theta/2$  і не залежить від  $\lambda_0$ , а коефіцієнт пропорційності дорівнює  $0,048 \cdot 10^{-10} \sin\theta/2$  м, тобто формула, що описує ефект Комптона, має вигляд

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = 0,048 \cdot 10^{-10} \sin\theta/2 \text{ м} \quad (6)$$

Розглянемо розсіювання світла з корпускулярної точки зору. Якщо вважати, що світло складається з фотонів, кожний з яких несе енергію та імпульс, то картина розсіювання світла електронами зводиться до зіткнення між фотонами та електронами. Вільний електрон не може поглинути або випустити фотон, тому що при цьому не можуть одночасно зберігатися закони збереження енергії та імпульсу. У результаті зіткнення фотон змінює не тільки напрямок свого руху, але й частоту, бо частину своєї енергії він при зіткненні передає електрону. Значить, енергія фотона при зіткненні зменшується, а довжина хвилі збільшується.

Цей ефект можна експериментально виміряти лише для достатньо коротких довжин хвиль, які лежать приблизно у рентгенівському діапазоні. Кванти рентгенівського випромінювання володіють дуже великими енергіями та імпульсами фотонів. У результаті зіткнення з квантами рентгенівського

випромінювання електрон набуває дуже великих імпульсів і при математичному підрахунку необхідно користуватися релятивістськими формулами залежності маси від швидкості.

Проведемо розрахунки ефекту Комптона. Схема зіткнення фотона з електроном зображена на рис. 2. До зіткнення електрон перебуває у стані спокою. Імпульс налітаючого на електрон фотона дорівнює  $\hbar k$ .

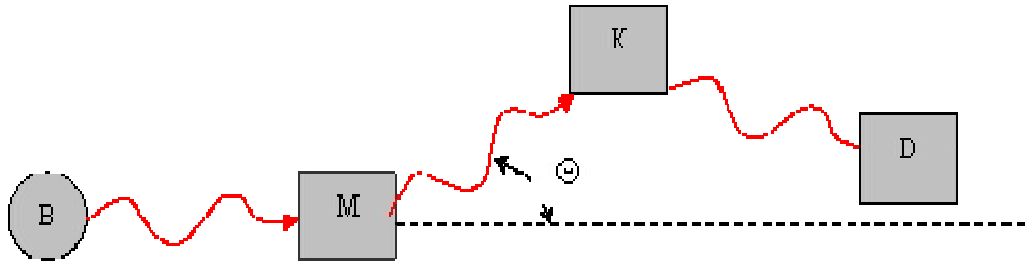


Рис. 2

У результаті зіткнення електрон набуває імпульсу  $mv$ , а імпульс розсіяного фотона дорівнює  $\hbar k'$  (рис. 4). Закони збереження імпульсу та енергії при зіткненні записуються так:

$$\hbar k = \hbar k' + mv, \quad (7)$$

$$\hbar \omega + m_e c^2 = \hbar \omega' + m c^2, \quad (8)$$

де  $m_e c^2$  — енергія спокою електрона,  
 $m c^2 = m_e c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$  — повна енергія електрона після зіткнення.

Приймаючи до уваги, що  $k = \omega / c$ ,  $k' = \omega' / c$ , після нескладних алгебраїчних перетворень з (7) і (8) отримаємо

$$m_e c^2 (\omega - \omega') = \hbar \omega \omega' (1 - \cos \theta) \quad (9)$$

$$\text{Так як } \omega = 2\pi c / \lambda_0; \quad \omega' = 2\pi c / \lambda, \quad \text{то } \frac{\lambda - \lambda_0}{2\pi c} = \frac{\hbar}{m_e c^2} (1 - \cos \theta) \quad (10),$$

де  $\lambda - \lambda_0 = \Delta \lambda$  — виміряна довжина хвилі при зіткненні, тобто

$$\Delta \lambda = (4\pi \hbar / (m_e c)) \cdot \sin(\theta/2) = 2\lambda_c \sin^2(\theta/2) \quad (11),$$

де  $\lambda_c$  — комптонівська довжина хвилі електрона. Вона значно менше довжин хвиль рентгенівського випромінювання. Формула (11) ідеально співпадає з експериментальними результатами Комптона (6). Це доводить правильність уявлень про корпускулярні властивості електромагнітних хвиль і їх кількісний опис за допомогою формул (1) і (7).

У своїх експериментах Артур Комптон виявив також, що деяка частина розсіювання проходить без зміни довжини хвилі. Це пояснюється тим, що більшість фотонів розсіюється в результаті зіткнення із зовнішніми електронами атомів, які зв'язані слабо з атомом і ведуть себе при зіткненні як вільні електрони. Однак деяка частина фотонів проникає всередину атомів і стикається з внутрішніми електронами, які дуже сильно зв'язані з атомом, що еквівалентно зіткненню фотона не з вільним електроном, а з атомом. Формула (11) справедлива і для цього випадку, але під  $m_e$  слід розуміти не масу електрона, а масу атома, яка в тисячі разів більша маси електрона. Отже, зміна довжини хвилі при зіткненні в тисячі разів менша, тобто її практично немає. Цим пояснюється присутність в розсіяному випромінюванні незміщеної компоненти. Також цим пояснюється відсутність ефекту Комптона для видимого світла. Енергія фотонів видимого світла мала навіть у порівнянні з енергією зв'язку зовнішніх електронів атома, і зіткнення проходить з цілим атомом без зміни довжини хвилі фотона. Якщо спостерігати ефект Комптона для  $\gamma$ -квантів, енергія яких суттєво більше енергії фотонів рентгенівського випромінювання, то у



розсіюванні спостерігається тільки зміщена компонента, тому що енергія  $\gamma$ -квантів дуже велика у порівнянні з енергією зв'язку будь-якого електрона атома.

Спостереження індивідуальних актів зіткнення. У дослідях Комптона індивідуальні акти зіткнення фотона з електроном не спостерігались, а вивчався лише спільний результат зіткнення фотонів з електронами. Однак вже в 1923 році Вальтер Боте і Чарльз Вільсон спостерігали електрони віддачі від індивідуального акту зіткнення фотона з електроном. А у 1925 році Вальтер Боте та Ганс Вільгельм Гейгер довели, що електрон

віддачі і розсіяний фотон з'являються одночасно (рис. 3). Лічильники фотонів  $\Phi$  та електронів  $E$  встановлюються симетрично відносно розсіювача  $P$ , в якому під дією випромінювання  $B$  проходить Комптон ефект (рис. 5). Лічильники  $\Phi$  і  $E$  включені у схему  $C$  співпадань, тобто в електричну схему, яка дозволяє фіксувати лише ті випадки, коли фотон і електрон у відповідних лічильниках з'являються одночасно. Результат експерименту показав, що число одночасних фіксацій електрона і фотона у лічильниках набагато більше того, яке можна було б чекати при некоректованій по часу появи електрона і фотона.

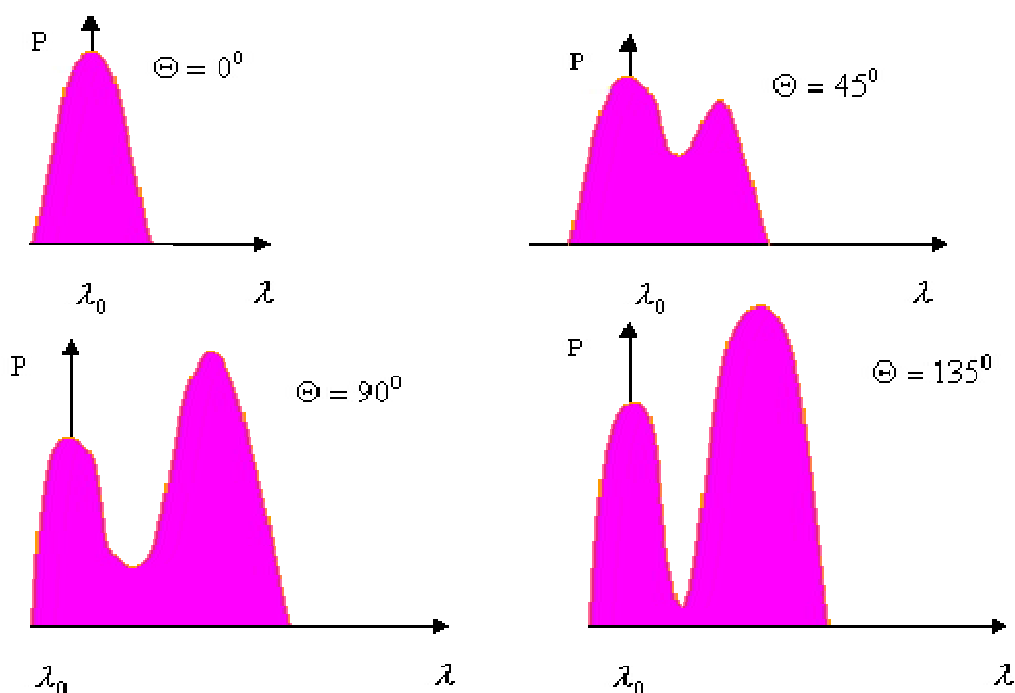


Рис. 3

Так було достовірно доведено існування індивідуального зіткнення фотона з електроном. У тому ж 1925 році Артур Комптон і Герберт Саймон за допомогою камери Вільсона вимірювали кути між напрямом руху електрона віддачі і фотона. Електрон віддачі в камері Вільсона залишає помітний слід, але розсіяний фотон ніякого сліду не залишає. Однак, якщо

він буде поглинутий іншим атомом з випусканням фотоелектрона, то слід останнього добре спостерігається у камері. Пряма лінія, яка з'єднує точку виникнення електрона віддачі і фотоелектрона, приймається за траєкторію фотона. Оскільки ідентифікувати фотоелектрон і електрон віддачі абсолютно достовірно неможливо, для одержання надійних

результатів необхідно було використати великий статичний матеріал.

Аналіз кутів розльоту надійно підтвердив застосовність законів збереження до індивідуальних актів

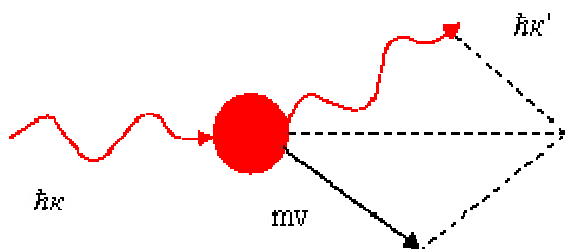


Рис. 4

**Висновок.** Чимало вчених розглядали явище Комптона з хвильової точки зору. Вони припускали, якщо розсіювальний електрон знаходиться в полі падаючої хвилі, то він створює поле іншої розсіяної хвилі. При цьому поява електронів віддачі пов'язана з тиском випромінювання. Тиск розподіляється рівномірно на всі електрони, а прискорення отримує лише невелика їхня частина. Вчені припустили, що закони збереження неможливо застосувати до індивідуального акту розсіювання. Однак, закони збереження виконуються лише для великого числа електронів віддачі. Фотонна теорія ж розсіювання будується на застосуванні законів збереження до окремих об'єктів: електрон віддачі з'являється одночасно з розсіювальним квантом; між кутами електрона віддачі і розсіяного кванта з початковим його напрямком руху має виконуватися співвідношення, яке впливає з теорії

зіткнення. У 1927 році була безпосередньо виміряна енергія електронів віддачі, яка виявилась у повному погодженні з передбаченнями теорії ефекту Комптона.

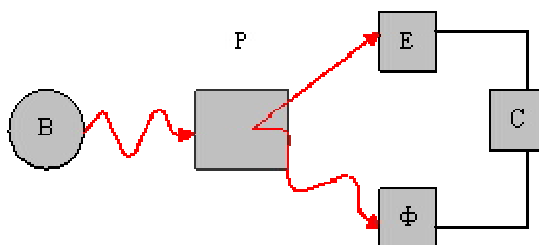


Рис. 5

удару; вектори кількості руху падаючого кванту, розсіювального кванта і електрона віддачі мають бути компланарні.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мессіа А. Квантовая механика. - Т. 1.—М.: Наука. - 1978.
2. Мощанский В. Н., Савелова Е. В. История физики в средней школе. — М.: Просвещение. - 1981. — 205 с.
3. Рузавин, Г.И. Концепции современного естествознания: Учеб. для вузов / Г.И. Рузавин. - М.: Юнити - 2005. - 287 с.
4. Суханов А.Д., Голубева О.Н. Концепции современного естествознания. М. - 2004. — 403 с.
5. Шпольский Е.В. Атомная физика. - М.: ГИТТЛ - 1951.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Слюсаренко Віктор Володимирович** - завідувач лабораторіями методики викладання фізики кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* закони збереження в шкільному курсі фізики.

## ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ УЧНІВ З ФІЗИКИ

Дмитро СОМЕНКО

*У статті аналізується сучасний стан використання інформаційно-комунікаційних технологій. Пропонуються шляхи інтенсивного використання Інтернет-ресурсів для організації самостійної роботи учнів з фізики.*

*The modern state of the use of informatively-communication technologies is analysed in the article. But offered ways of more intensive use of Internetresources for organization of independent work of students from physics.*

### Постановка проблеми.

Формування особистості творця нового інформаційного суспільства, компетентного, здатного до дії, прийняття самостійних рішень, самореалізації та навчання впродовж життя – потреба сучасного етапу суспільного розвитку. Це одне із основних завдань реформування традиційної системи освіти, яка, базуючись на вимогах Законів України „Про освіту”, „Про загальну середню освіту”, Національної доктрини розвитку освіти, розбудовується в напрямку пошуку технологій розкриття резервів творчого потенціалу учнів, їх самореалізації в творчій діяльності.

Загальноосвітня школа України здійснює перехід до якісно нової освіти. Це вимагає пріоритетної уваги до змісту навчального матеріалу і методик, які формують уміння самостійно вчитися, критично мислити, користуватись комп'ютером, здатність до самопізнання і самореалізації особистості у різних видах діяльності.

Зараз почала суттєво збільшуватись різниця між вимогами інформаційно-насиченого технократичного суспільства та генетичним спадком людини. Стає все важче підтримувати рівновагу між зростаючим потоком знань та здатністю людського мозку їх засвоювати. Вирішувати цю проблему й покликана система освіти. Сьогодні інтенсивність освіти досягає критичного рівня.

Людина має постійно поповнювати свої знання, обсяг яких стрімко зростає. Тому виникла необхідність удосконалити навчальний процес, запровадити такі технології, які дозволять оптимізувати процес засвоєння та накопичення знань розвинути творчі здібності учнів.

Для України, що стверджує себе в якості рівноправної, незалежної європейської держави, наявність повноцінної сучасної системи освіти, визнаної усім світовим співтовариством, є життєвою необхідністю. Без вирішення проблеми комп'ютеризації і її практичного здійснення цього бути не може. Тому для досягнення науково-технічної та інформаційної незалежності нашої країни, для існування її як рівноправного партнера міжнародного інтелектуального співтовариства Верховною Радою України був прийнятий Закон "Про національну програму інформатизації". Комплексна інформатизація всіх освітніх закладів орієнтується тепер на формування і розвиток інтелектуального потенціалу науки, удосконалення форм і змісту навчального процесу, впровадження комп'ютерних методів навчання, використання у педагогічній роботі сучасних інформаційних технологій.

"Комплексна інформатизація освіти, – говорить в Законі, – повинна розглядатися як основна умова виховання молоді, здатної орієнтуватися при частій зміні обставин і адекватно діяти в сучасному середовищі. Молоде покоління необхідно навчити аналізувати проблемні ситуації, що постійно виникають, і самостійно знаходити раціональні способи орієнтації в них". [2] Загалом це і є перехід від дисциплінарної до системної моделі змісту освіти, що навчить дитину як

можна повніше розуміти світ, суспільство, себе, свою справу.

У зв'язку з цим тут же зазначається: "Широке впровадження в навчальний процес нових інформаційних технологій включає розробку і практичне використання науково-методичного забезпечення, ефективне вживання інструментальних засобів і систем комп'ютерного навчання і контролю знань, системну інтеграцію цих технологій в існуючому навчальному процесі в цілісній організаційній структурі" [4].

Як було зазначено на XI Міжнародній конференції-виставці "Інформаційні технології в освіті", значно збільшилася низка публікацій з усіх аспектів використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті, з'явилася велика кількість фахівців, здатних самостійно вирішувати складні питання, що виникають при використанні ІКТ в освітньому процесі. У той же час недостатні темпи впровадження ІКТ у навчальний процес, що викликає, в свою чергу, необхідність поліпшити підготовку і перепідготовку вчителів в галузі використання ІКТ [2].

**Аналіз попередніх досліджень.** Залишаються недостатньо дослідженими етичні, психологічні, медичні і правові проблеми застосування інформаційних і комунікаційних технологій в освіті. Вимагає створення нормативна база електронного навчання.

Аналіз відповідних робіт [3] свідчить, що необхідно більшу увагу приділити роботам щодо створення і використання електронних засобів навчання.

Однак майже відсутні роботи, пов'язані як зі створенням інтернет-ресурсів для організації самостійної роботи учнів з фізики, так і з розробкою методики їх використання, до діючих, випробуваних практикою, що мають гриф і затверджені Міністерством освіти і науки України, шкільних

підручників з фізики загальноосвітніх шкіл.

Водночас, недоліком загальноосвітньої підготовки залишаються недостатні вміння учнів вільно використовувати здобуті знання для виконання практичних завдань, аналізу нестандартних ситуацій. Все це вимагає перегляду підходів до визначення мети і завдань шкільної освіти, формування її змісту, організації навчально-виховного процесу.

**Формулювання мети статті.** Створення інформаційно-освітнього середовища в Інтернеті дозволяє реалізувати один із принципів демократизації освіти – доступність до якісної освіти: незалежно від місця проживання чи інших об'єктивних причин учень повинен не тільки отримати суму знань з фізики, а й сформувати достатній рівень компетенції, необхідний для подальшого його використання в професійній діяльності та продовженні фізичної освіти. Особливо це стає актуальним сьогодні, коли відчувається різниця у результатах зовнішнього незалежного оцінювання знань з фізики учнів сільських і міських шкіл. Обмежена можливість заочного вивчення фізики за програмою профільного навчання та підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання для випускників минулих років, які бажають вступити на фізичні спеціальності.

Зазначене актуалізує вивчення методичних питань використання величезних ресурсів Інтернету у створенні інформаційно-освітніх середовищ для самостійного систематизованого навчання фізики.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Технологія профільного навчання згідно концепції має бути орієнтованою на розвиток особистості. Таким сучасним педагогічним технологіям відповідають інформаційно-комунікаційні технології, що дозволяють побудувати індивідуальну освітню траєкторію

отримання знань, яка враховує як індивідуальні потреби і здібності учня, так і його можливості.

Психолого-педагогічні особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання достатньо розкрито в роботах багатьох вчених, таких як О.Бахтіна, Ю.Бикова, Б.Гершунського, М. Голованя, М.Жалдака, Ю.Жука та ін. Використання комп'ютерної техніки в професійному навчанні показано в роботах Р.Гуревича, М.Кадемії, І.Петрицина та ін. У переважній більшості автори використовують розробки програмного забезпечення для індивідуального навчання на персональному комп'ютері. Однак розвиток мережі Інтернет, а з ним інтернет-технологій, вимагає створення принципово нових засобів навчання, пов'язаних з використанням комп'ютерів у мережах. Для цього потрібне, з одного боку, інше системне програмне забезпечення, а з іншого боку – цифрові освітні ресурси, створені на мовах програмування, адаптованих до інтернету.

Отже, існують суперечності між дидактичним потенціалом освітніх інтернет-ресурсів та рівнем його практичного використання у процесі навчання фізики.

Інноваційна політика в системі освіти спричинена потребою в усвідомленні системного саморозвитку, у діяльній самореалізації, що має чітко окреслений соціальний вимір, у становленні професійно компетентної та конкурентоспроможної в ринкових умовах особистості, людини з демократичним, високогуманним, державницьким світоглядом. Освіта повинна мати випереджальний характер, активізувати ініціативу та творчі здібності учасників навчального процесу.

Нові освітні технології мають відповідати основним принципам якісного володіння системою знань, творчої, особистісно-орієнтованої

спрямованості процесу навчання – сприяти демократизації партнерської взаємодії всіх учасників навчального процесу, розвитку наукового характеру освіти. Проблему підвищення ефективності застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі розглядали у своїх працях М. Жалдак, Ю. Жук, С. Величко, С. Гайдук, та ін.

Тому перегляд та модернізація традиційних освітніх моделей – потреба сьогодення, відповідь на нові виклики життя і в цьому випадку йдеться про перехід від вербальної передачі знань до вмотивованого залучення учнів до активної самостійної діяльності, тобто до цілеспрямованої діяльності та її організації і керівництва засобами комп'ютерної техніки і відповідного навчального середовища.

Під час здійснення такої модернізації освіти принципово важливим для забезпечення конкурентоспроможної підготовки дітей до життя в сучасному відкритому суспільстві є засвоєння навичок роботи з глобальними інформаційними освітніми масивами.

До особистісних якостей випускника школи, які можуть бути стартовими параметрами під час проектування мети, змісту і технологій його освіти, можна віднести: прагнення в розумних межах поєднувати особисті інтереси з інтересами суспільства, держави; спроможність адаптуватися до умов життя, що швидко змінюються, і готовність впливати на ці умови для досягнення як особистого успіху, так і загального прогресу; комп'ютерна і загальнотехнологічна грамотність; орієнтація в різноманітних інформаційних потоках, володіння пошуковими системами мережі Інтернет, навички роботи з базами даних і інформаційними ресурсами; вміння ставити та реалізовувати власну позицію відносно тих чи інших джерел інформації; спроможність ініціювати та підтримувати телекомунікації з віддаленими людьми [3]:

Перераховані якості учня складають його образ, який доповнюється і розширюється залежно від віку, індивідуальних особливостей учня і освітніх сфер. Одночасно, освітні характеристики та предмети конструюються відповідно зі спектром особистісних якостей учня і орієнтацією на динаміку їх розвитку.

Програма профільного навчання значно перевищує за обсягом навчальних годин програму академічного рівня і її зміст спрямований головним чином на поглиблення знань, а не екстенсивне їх розширення. Але незважаючи на цей факт, обсяг самостійної роботи учнів можна значно розширити.

Самостійна робота учня розглядається як форма навчальної діяльності, форма самоосвіти, пов'язана з його роботою в класі і в позаурочний час.

У педагогічному процесі присутні всі складові пізнавальної самостійності, проте кожна з них відповідає визначеному рівню самостійної діяльності учнів: відтворювальна активність виявляється на копіювальному рівні, інтерпретуюча – на репродуктивному, пошукова – на продуктивному, творча активність – на самостійному рівні. Тому самостійна робота є основним засобом організації навчально-пізнавальної діяльності учнів і безпосередньо впливає на формування творчого потенціалу.

У навчанні фізики, окрім оволодіння навичками в проведенні фізичного експерименту, виокремлюється особистісна орієнтація освіти, що пов'язана з реалізацією активних форм взаємодії суб'єктів навчально-виховного процесу в єдиному інформаційно-освітньому середовищі. Саме таким середовищем стає Інтернет з його освітніми ресурсами, які можна розділити на: *інформаційні джерела* (електронні книги, фільми, презентації), *навчаючі системи* – програмні педагогічні засоби

для самопідготовки і самоконтролю знань (інтерактивні практикуми з розв'язування задач, віртуальні лабораторні практикуми, тренажери), *програмні продукти для створення цифрових освітніх ресурсів, оболонки для підтримки навчального процесу* у глобальній мережі Інтернет [1].

Радикальним засобом від усередненого підходу до навчання і виховання може бути, як показує експериментальна робота, застосування нових інформаційних технологій. Їх необхідно розглядати не як мету, а як спосіб пізнання світу, джерело додаткової інформації, спосіб самоорганізації праці і самоосвіти вчителя й учнів, як можливість особистісно орієнтованого підходу і як спосіб розширення зони індивідуальної активності дитини.

Учні потрібно залучати до підготовки окремих питань як теоретичного, так і практичного курсу. Для того, щоб така діяльність була ефективною і виконувалася учнями із зацікавленістю, необхідно поступово збільшувати частину їхньої самостійної творчої роботи. Перші завдання можуть носити характер повідомлення на певне питання, що не потребує аналізу великої кількості літератури, базовий список якої необхідно запропонувати. У подальшому рівень складності завдань необхідно підвищувати, включати елементи аналізу декількох джерел інформації і збільшувати частину творчої роботи доповідача. У список літератури необхідно вносити й електронні ресурси.

Програма профільних класів містить питання, які не розкриваються у підручниках, а кількість додаткової літератури, на жаль, у більшості випадків, недостатня. Саме в таких випадках найбільш ефективно можна використовувати інформаційні ресурси Internet. Це дає учню можливість реалізувати свій творчий потенціал та отримати додаткову інформацію з теми

дослідження, що розширить його кругозір.

Якщо розглянути програми з фізики (рівень профільного навчання), то можна виявити, що багато питань змісту курсу можна запропонувати учням опрацювати самостійно та представити результати у вигляді повідомлення, доповіді, презентації, що стимулюватиме їх до використання Інтернет-ресурсів.

Найбільшою часткою інформаційних ресурсів Internet є різноманітні довідкові матеріали. Електронні онлайн-енциклопедії є основою для підготовки повідомлень і рефератів. Найбільш відомі: Рубікон – <http://www.rubikon.com>; Вікіпедія <http://uk.wikipedia.org>. Специфіка роботи з такими ресурсами полягає в тому, що кожна людина має можливість обирати власну освітню траєкторію. За характером доповіді можна з'ясувати, що саме більш цікавить конкретну людину: теоретичне обґрунтування питання, його експериментальне підтвердження або практичне застосування. Цю інформацію можна в подальшому використовувати у процесі особистісно-орієнтованого навчання.

**Висновки з даного дослідження.** Практичне використання учнями інформаційних ресурсів інтернет, зокрема електронних енциклопедій та

інформаційних комплексів, дозволяє зробити висновок, що у навчанні фізики вони є потужним засобом організації самостійної роботи учнів старшої школи і є актуальним напрямком наукових досліджень у дидактиці.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гордійчук Г. Використання електронних навчально-методичних комплексів для організації самостійної роботи учнів з трудового навчання // Наукові записки. – Випуск 90. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – С. 82-84

2. Мисловська С. К. Методика використання електронних додатків до підручників фізики в основній школі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання фізики” / С. К. Мисловська. – Київ, 2007. – 20 с.

3. Жабєєв Г. В. Методика використання інтернет-ресурсів у процесі профільного навчання фізики : Дис. канд. наук: 13.00.02 - 2009.

4. Жовта І. Реформування вищої освіти: [Болонський процес – Булонська декларація, підписана європейськими міністрами у 1999 році] / І. Жовта // Освіта України. – 2003. – 9 грудня. – С. 3.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Соменко Дмитро Вікторович** - старший лаборант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені В.Винниченка.

*Наукові інтереси:* Застосування ІКТ при вивченні фізики.

## ПРО МЕТОДОЛОГІЮ ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ВИРІШЕННЯ ВІНАХІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ З ФІЗИКИ У ШКОЛІ

**Олена ТРИФОНОВА**

*У статті розглянуті актуальні проблеми відшукування нових методів та способів активізації розумової діяльності учнів та студентів, підвищення мотивації до навчання фізики, запропоновано залучити до цього теорію розв'язання винахідницьких завдань.*

*In the articles considered issues of the day of searching for of new methods and methods of activation of intellection of students and students,*

*increase of motivation are to the studies of physics, it is suggested to bring over the theory of decision of inventive tasks to it.*

Постановка проблеми. Формування і розвиток творчості завжди відноситься до важливих і досить не простих проблем дидактики. З початком досліджень

Г.С.Альтшуллера у 50-х роках минулого століття щодо встановлення закономірностей розвитку творчості [1], була започаткована теорія вирішення винахідницьких завдань (ТВВЗ), похідною якої виявилась теорія розвитку творчої уяви (ТРТУ). У цій праці проаналізовано велику кількість патентів і винаходів з метою з'ясувати чи можна навчити творчості, винахідництву. Була запропонована технологія розвитку винахідництва та творчості, заснована на ідеї про те, що винахідницька творчість людини пов'язана зі зміною техніки, що розвивається за певними законами, і що створення нових засобів праці має незалежно від відношення суб'єктів до нього, підкорятися об'єктивним закономірностям. Адже індустріалізація передових країн світу викликала потяг дослідників до виявлення закономірностей розвитку винахідництва і творчості, насамперед, у дітей.

Таким чином, виникнення ТВВЗ було викликане потребою прискорити винахідницький процес, виключивши з нього елементи випадковості: раптове і непередбачуване осяяння, сліпий перебір і відкидання варіантів, залежність від настрою тощо. Крім того, метою ТВВЗ є поліпшення якості і збільшення рівня винаходів за рахунок зняття психологічної інерції думки і посилення творчої уяви. В результаті свого розвитку ТВВЗ вийшла за рамки вирішення винахідницьких завдань у технічній галузі й уже тривалий час використовується у бізнесі, мистецтві, літературі, педагогіці, дидактиці тощо.

У 60-х роках XX століття у методику навчання фізики було запроваджено проблемне навчання, дослідницький та пошуковий методи. Не випадково у цей час у школах нашої країни небачених масштабів набув потужний педагогічний рух розвитку гурткової роботи, запроваджено предметні олімпіади, факультативи, виставки учнівської творчості, фізичні

практикуми тощо. Були започатковані міжнародні учнівські олімпіади з фізики.

У психолого-педагогічних та методичних дослідженнях 70-х років XX століття була виявлена закономірність поступового зниження мотивації учнів до знань. Цей процес не зупинено й нині і не лише у нашій державі. На нашу думку, це пояснюється недостатньою мотивацією учнів до навчання. Виникла суперечлива ситуація, коли знання суб'єктам навчання надаються різноманітними методами навчання і формами їх організації (при цьому залучені новітні інформаційно-комунікаційні технології), а учні (студенти) намагаються одержати їх у готовому вигляді, проявляють низьку зацікавленість у засвоєнні цих знань. Таке пояснюється, насамперед, станом замовлення суспільства на висококваліфікованого спеціаліста, пропедевтикою підготовки якого є високої якості знання за середню школу, за умов практично відсутньої системи профорієнтаційної роботи в освітньому середовищі, низьким попитом на спеціаліста природничого напрямку на ринку праці. Вказана суперечність веде до відчуження школяра від навчально-виховного процесу з фізики.

**Метою даної статті** є відшукування перспективного напрямку, на нашу думку, є розробка методики використання ТВВЗ з урахуванням змін, що здійснюються в освітньому середовищі. Нині пропагується соціально-педагогічна ідея, коли у центрі життя повинна стояти особистість, а мотивація до знань ґрунтується на власній вигоді, яку принесуть знання, бо інші мотиви (колективіські, общинні, амбіційні, романтичні) знівельовались.

**Виклад суті проблеми.** У методиці навчання фізики дослідження з проблем застосування ТВВЗ появились у 80-х роках XX століття,



проте в Україні їхні результати не набули поширення.

Психолого-педагогічні дослідження показують, що моральними, авторитарними, матеріальними способами зацікавити дітей до навчання не вдається [3]. На нашу думку, творчі знання повинні бути основним видом діяльності, в тому числі і винахідницької діяльності учнів, і що забезпечить оволодіння суб'єктами навчання такими знаннями. За цих умов відбувається підвищення мотивації учнів до творчої діяльності, а через неї до якісних знань.

Наші висновки з аналізу наукової і методичної літератури переконують, що здобуті людством знання у ході

навчально-виховного процесу можна перетворити у такий процес, щоб вони цілеспрямовано розвивали інтелект, розум, здатність самостійно здобувати знання, творчо мислити. Значною мірою можна вирішити через запровадження ТВВЗ, що приводить до необхідності усвідомлення суб'єктами навчання універсальності знань, вироблення методики забезпечення перетворення знань у безпосередню виробничу силу, коли знання дають реальний практичний результат: матеріальний чи моральний прибуток особистості паралельно з їх одержанням, а добування знань здійснюється у режимі їх відкриття і перспективності (рис. 1).

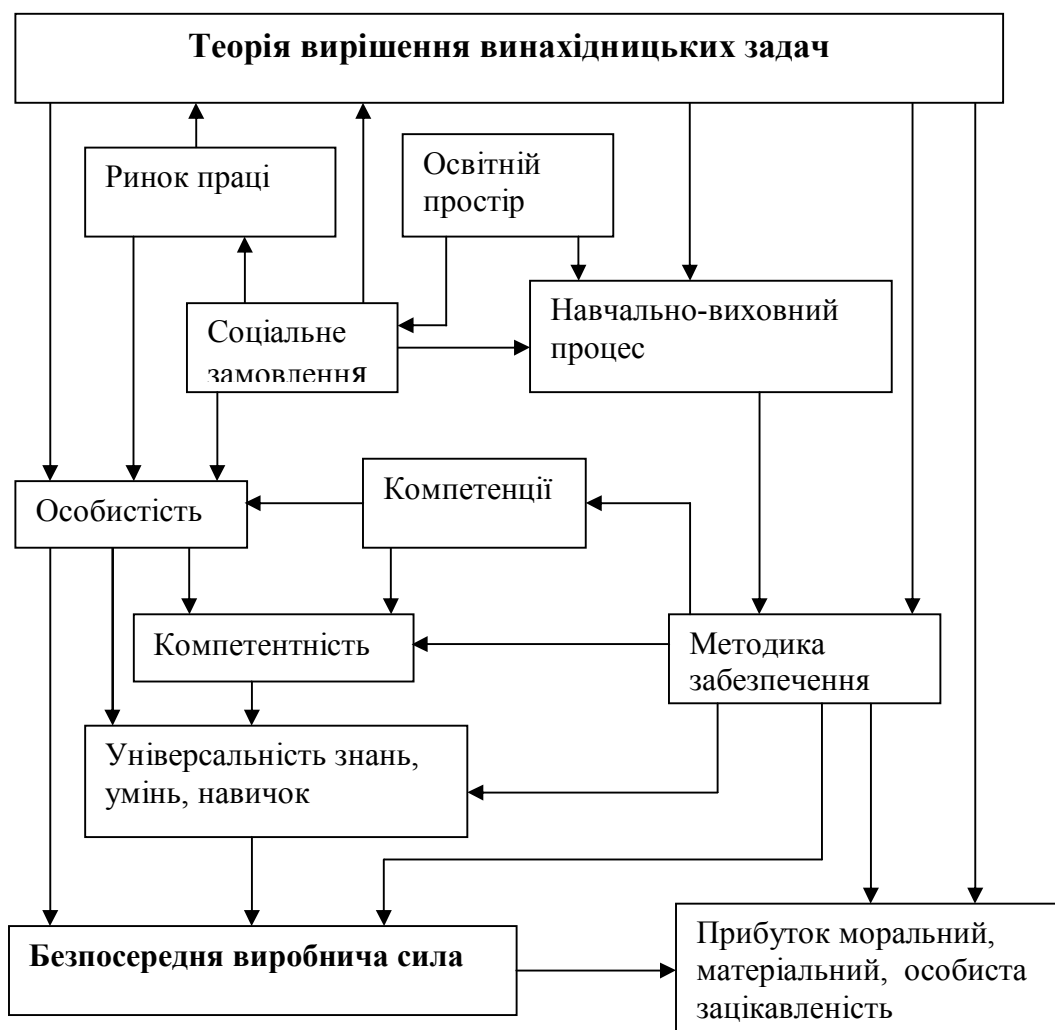


Рис. 1. Структура забезпечення реалізації ТВВЗ

За цих обставин зміст методики ТБВЗ у навчанні фізики, на нашу думку, визначатиметься такими трьома напрямками:

1. Розвиток творчої інтуїції. Розвиток творчої інтуїції учня-дослідника припускає наявність у курсі фізики великої бази творчих та винахідницьких навчальних завдань.

2. Навчання методам розв'язання винахідницьких завдань. Методика спирається на розроблені у рамках теорії розв'язання винахідницьких завдань методи [3]: оператори зняття стереотипів, прийоми вирішення суперечностей, алгоритми розв'язання творчих завдань і інші механізми ТБВЗ. Ця методика не нехтує іншими методами, використовуючи їх як допоміжні.

У ТБВЗ-педагогіці накопичений досвід використання методів вирішення творчих завдань різних вікових груп - від дітей дошкільного віку до студентів і дорослих фахівців [1; 3]. Виходячи з цього досвіду, ми пропонуємо у методиці навчання фізики запровадити ефективне освоєння спеціальних методів винахідницької діяльності, що спирається на фундамент сильного мислення, до основних властивостей якого ми відносимо формування в учнів таких умінь: шукати і виділяти закономірності в масиві фізичних фактів; бачити не явно задані якості приладів, явищ і процесів, приховані ресурси для вирішення поставленого завдання; вибудовувати причинно-наслідкові ланцюжки; оволодіти апаратом формальної логіки в умовах недостатнього знання; виділити головне і ставити питання, що розкривають суть; висувати і свідомо генерувати гіпотези і вибудовувати систему перевірочних дослідів, що перевіряють висунуті припущення; виявляти суперечності; користуватися аналогіями; будувати різного типу класифікації.

3. Навчання організації винахідливої праці. Тут ми скористались результатами досліджень

ТБВЗ, які з організації праці включають [3]: планування наукової роботи; уміння працювати з базами даних; організовувати власні бази даних; реферування; володіння швидкісним конспектуванням, уміння "згортати" інформацію; навички скорочитання; планування робочого часу тощо.

Не менш важливими є уміння, необхідні для організації колективної інтелектуальної роботи, які у методиці навчання фізики не є новими.

Виходячи із зазначеного, на нашу думку, методика забезпечення реалізації ТБВЗ у навчанні фізики має вирішувати такі завдання:

1) позбавити школярів психологічної інерції мислення, розкріпачити розумові функції і сприяти синтезу нових, за допомогою розвитку творчої винахідливості та ТБВЗ;

2) забезпечити структуру і зміст технології пошуку і постановки винахідницької ситуації та здійснити постановку завдань на її основі;

3) провести класифікацію суперечностей, що гальмують мотивацію до знань і накреслити шляхи їх вирішення за допомогою методів ТБВЗ.

На основі викладених загальних вимог до пропонованої методики ми здійснили аналіз фрагментів низки уроків з фізики у десятому класі вчителів О.М.Мяделец, О.М.Гринюк, Є.О.Руденка. Наводимо один з прикладів узагальненого уроку «Вивчення циклу Карно» у десятому класі.

*Мета:* Графічно і математично описати ідеальний цикл двигуна внутрішнього згорання, використовуючи: технологію посиленого системного мислення та прийоми усунення суперечностей. Збудити інтерес і бажання до творчого вирішення проблем. Виховувати інтерес до навколишнього світу. Виробляти уміння бачити проблеми, не бути байдужими, удосконалювати навколишній світ.

Пропонуємо провести *фрагмент* такого уроку з використанням наступних запитань, які сприяють вирішенню винахідницьких завдань (до окремих з них зроблено невеликі коментарі):

1. Як отримати в техніці механічну енергію?

2. Коли і чому газ під поршнем розширюється?

3. Після розширення тиск газу зменшується чи збільшується?

4. Якого значення набуде тиск газу після розширення у тепловій машині?

5. Якими способами можна стискувати газ?

6. Які пристрої перетворюють внутрішню енергію палива в механічну?

7. Що можна використовувати як робоче тіло, яке, розширюючись, рухає поршень у циліндрі?

8. Як слід поступити, щоб робота теплового двигуна не припинялася?

*Коментар.* Розглядаємо проблемну ситуацію. Автомобілі рухаються за допомогою двигуна за рахунок розширення газу за один такт. Яким чином коливальний рух поршня циліндра приводить у рух автомобіль? Для цього розглядаємо роботу теплового двигуна внутрішнього згорання. У двигун подається кожного циклу однакова порція газу. Згорання газу приводить до його розширення. Тоді рухомий поршень, передає рух на вал і маховик. У маховику накопичується кінетична енергія, і він внаслідок інерції повертає поршень у початкове положення.

9. Чому дорівнюватиме загальна робота за цикл, якщо робота, здійснювана при стискуванні газу під дією зовнішніх сил, рівна роботі, здійснюваній при розширенні газу?

10. Що потрібно зробити, щоб отримати корисну роботу?

*Коментар.* Потрібно роботу розширення газу зробити більшою за роботу стискування.

11. Як це зробити?

12. Що потрібно зробити з газом перед стискуванням?

13. Яку частину потрібно ввести в тепловий двигун для охолодження газу перед стискуванням?

14. Перерахувати основні частини теплового двигуна.

*Коментар.* Нагрівач ( $T_1, Q_1$ ); робоче тіло (газ); холодильник ( $T_2, Q_2$ ).

*Завдання:* Зобразити графічно процеси, що відбуваються в тепловому двигуні. Пояснити їх. Заштрихувати різними кольорами: роботу розширення, роботу стискування, корисну роботу.

15. Що називають ККД?  

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

16. Яким чином можна збільшити ККД?

*Проблема:* завдання теплоенергетики полягає в тому, щоб зробити ККД теплового двигуна вищим, оскільки вимоги людини ростуть. Потрібно цю суперечність вирішити.

*Завдання для учнів:* Вирішити запропоновану суперечність.

17. Як збільшити ККД в рамках цієї системи?

*Коментар.* Виникла ситуація, що має фізичну суперечність. Учням відомо, що для здійснення циклічного процесу потрібні: робоче тіло, нагрівач, холодильник. Розширення має відбуватися за вищої температури  $T_1$ , а стискування за нижчою  $T_2$ . Газ перед стискуванням має бути охолоджений. Але, з іншого боку, учням відомо, що для отримання максимальної механічної роботи за рахунок внутрішньої енергії неприпустимо зіткнення газу з холоднішим тілом, оскільки при зіткненні частина внутрішньої енергії безповоротно від газу перейде до холоднішого тіла без здійснення роботи.

18. Якими мають бути процеси розширення (2) і стискування (4) газу

(рис. 2), щоб ККД був максимальним за даних температурах нагрівача і холодильника?

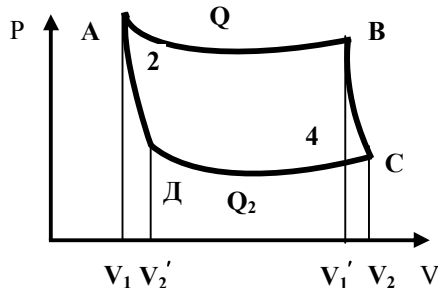


Рис. 2. Діаграма ідеального циклічного процесу

*Коментар.* До цього циклу застосовуємо принцип еквіпотенціальності, постійність якого-небудь параметра на кожному етапі, на 1 і 3 етапах  $T = const$ , а на 2 і 4 етапах забезпечити  $Q = const$ , постійність енергії. Теплообмін без здійснення роботи виключається. На ділянках 2 і 4  $Q = 0$ . Потрібно забезпечити теплоізоляцію. Зміна внутрішньої енергії відбувається тільки за рахунок

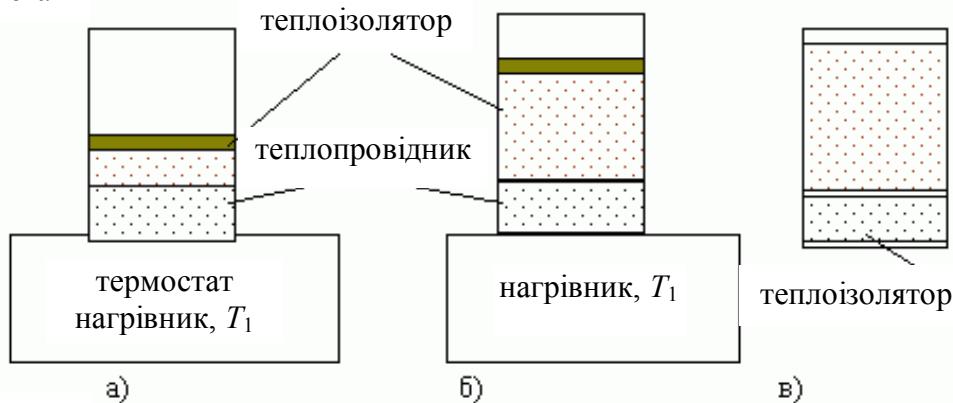
здійснення роботи зі зміни об'єму. Ідеальний циклічний процес зображений на рис. 2.

Розглянемо детально кожен етап роботи теплового двигуна. З'ясуємо принцип динамічності, який полягає у тому, що частини об'єкту міняються на кожному етапі, щоб бути оптимальними.

Замальовуємо і розглядаємо схему роботи холодильної машини. На схемі циліндр (рис. 3а), приводиться в контакт з нагрівачем, газ ізотермічно розширюється, здійснює позитивну роботу, газ від нагрівача отримує кількість теплоти  $Q_1$  (ізотерма АВ).

За ним слідує ізотермічний процес розширення, рис. 3б, але не доводять до кінця ходу поршня, коли об'єм газу стане  $V_1 < V_2$ , дно циліндра ізолюють від нагрівача, після цього газ адіабатно розширюють до об'єму  $V_2$ . Газ охолоджується до температури  $T_2 < T_1$ .

1 етап



2 етап

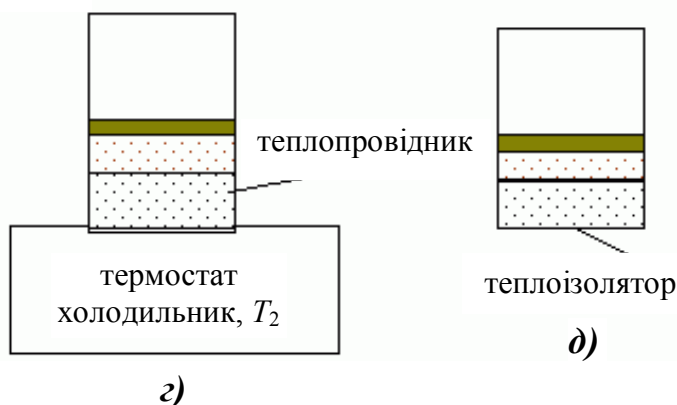


Рис. 3.  
Схема роботи  
холодильної  
машини

На рис. 3г показано, що тепер циліндр приводять у контакт з тілом, що має ту ж температуру –  $T_2$ , тобто з холодильником. Газ ізотермічно стискають зовнішньою силою. Проте температура газу буде нижча за первинну температуру  $T_1$ , тому ізотермічне стискування не доводять до кінця, до первинного  $V_1$ , а стискають до об'єму  $V_2 < V_1$ , газ віддає холодильнику  $Q_2 = A_{\text{зовн.сил}}$  (ізотерма СД).

Потім газ адіабатично стискають (рис. 3д) до первинного об'єму  $V_1$ . У цьому випадку його температура підвищується до  $T_2$  (адіабата ДА). Тепер газ повернувся в початковий стан з первинними параметрами  $V_1, T_1, P_1$ .

На завершення з'ясуємо максимальний ККД ідеального циклу можна виразити через температуру.

Ставимо запитання:

➤ Яким чином виразити ККД теплового двигуна через температуру  $T_1$  і  $T_2$ ?

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\%$$

$$\eta_{\text{реал.т.д.}} < \eta_{\text{ідеал.т.д.}}$$

**Висновки.** Аналіз науково-методичної літератури та уроків у 10-х класах із застосуванням ТВВЗ показав, що у цьому випадку підвищується інтерес учнів, їх активність, виявляється особиста зацікавленість. Матеріал учні засвоюють краще. Характерним є те, що такі учні із зацікавленістю беруть участь у предметних олімпіадах, Інтернет-конкурсах тощо.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Альшуллер Г.С. О психологии изобретательского творчества / Г.С.Альшуллер, Р.Б.Шапиро // Вопросы психологии. – 1956 – № 6. – С. 37-49.
2. Иванов Г. Формулы творчества, или как научиться изобретать / Г.Иванов. – М.: Просвещение, 1994. – 208 с.
3. Гин А. А. Приемы педагогической техники: Свобода выбора. Открытость. Деятельность. Обратная связь. Идеальность: Пособие для учителей. – Луганск: Учебная книга, 2003. – 84 с. 2-е изд., доп., перераб., Луганск: Учебная книга, 2006, 100 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Трифорова Олена Михайлівна** – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми навчання фізики у вищій та середній школі.

## НОВІ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ТЕХНОЛОГІЧНА ОСВІТА»

**Андрій ТКАЧУК, Іван ТКАЧУК**

У статті пропонується ознайомити студентів з темою «Геометричні характеристики поперечних перерізів стрижнів» на прикладі проведення розробленої авторами лабораторної роботи. Застосований підхід дає можливість майбутнім вчителям технологічної освіти при вивченні такого розділу технічної механіки, як опір матеріалів, повноцінно засвоювати матеріал та виробити

ефективну систему знань, умінь і навичок, необхідних при вивченні наступних розділів: теорії механізмів і машин, деталей машин.

*The article suggests to acquaint students with the theme of "Geometric proper-ties of cross sections of rods" for example, developed by the authors of the laboratory work. This approach enables future teachers to technology education in the study of such a section of technical mechanics,*

*as a resistance of materials, more fully absorb the material and develop an effective system of knowledge and skills needed to study the following topics: theory of mechanisms and machinery, machine parts.*

На сучасному етапі прискореного економічного розвитку різних галузей виробництва, збагачення духовної культури людства, стрімкого соціального і політичного життя України ставляться відповідні вимоги до всебічного розвитку особистості. Провідним завданням вищої школи в сучасних умовах є підготовка всебічно розвинених фахівців, здатних поповнювати й поглиблювати свої знання, підвищувати теоретичний і професійний рівень. Одним із пріоритетних напрямів розвитку освіти є оновлення її змісту та форм організації навчально-виховного процесу для формування творчих здібностей і навичок самостійного наукового пізнання, самоосвіти й самореалізації особистості, інтеграції науки, освіти та виробництва; оновлення навчального матеріалу.

Наукові основи технічної підготовки вчителів з технологічної освіти є базовою і системотвірною ланкою у формуванні професійних знань та умінь, що зумовлює внесення відповідних змін у зміст навчальних дисциплін техніко-технологічного циклу. Аналіз системи професійної підготовки вчителів технологічної освіти у вищих навчальних закладах (ВНЗ) свідчить, що рівень фахової підготовки майбутніх учителів є недостатнім у зв'язку з переорієнтацією методики трудового навчання на проектно-технологічну діяльність учнів [1-4]. З огляду на це, актуальним є питання обґрунтування та експериментальної перевірки ефективності структурних змін у навчальних програмах і посібниках з технічних дисциплін.

«Опір матеріалів» — розділ курсу «Технічна механіка», який сприяє

формуванню професійно-орієнтованих знань, умінь і навичок забезпечує підготовку студентів до оволодіння методичними знаннями та уміннями конструкторсько-технологічного характеру для опанування змістом при вивченні таких наступних розділів, як «Теорія механізмів і машин» та «Деталі машин» [1; 2]. Велику роль тут відіграє виконання лабораторних робіт з опору матеріалів. Лабораторні роботи дають змогу показати правильність розрахункових умов і теоретичних положень, а також закріпити набуті теоретичні знання; виробити навички самостійної дослідної роботи із складним устаткуванням і приладами.

Авторами зроблена спроба на прикладі проведення розроблених і нових лабораторних робіт ознайомити студентів з основними темами даного розділу та виробити ефективну систему знань, умінь і навичок, необхідних при вивченні наступних тем і розділів [2]. Однією з таких розробок є лабораторна робота «Визначення основних геометричних характеристик поперечних перерізів стрижнів різної форми», мета якої передбачає визначати основні геометричні характеристики поперечних перерізів стрижнів довільної форми.

**Прилади та матеріали:** набір частин стрижнів довільної форми, штангенциркуль, мікрометр.

**До коротких теоретичних відомостей ми відносимо основні геометричні характеристики поперечних перерізів стрижнів, які визначають опір різним видам деформацій, а також основні поняття: площі поперечних перерізів, статичні моменти та моменти інерції площі.**

**Площа поперечного перерізу** трактується як геометрична характеристика перерізу, яка

визначається інтегралом (сумою) від елементів перерізу:

$$F = \int_F dF. \quad (1)$$

Статичним моментом площі  $F$  поперечного перерізу відносно осі  $Oz(y)$  вважають геометричну характеристику перерізу, яка визначається інтегралом від добутку площ  $dF$  елементів перерізу на їх відстані  $y(z)$  від осі  $Oz(y)$ :

$$S_z = \int_F y \cdot dF, \quad S_y = \int_F z \cdot dF. \quad (2)$$

Зазначається також, що виділяють три типи моментів інерції площі поперечного перерізу стрижня: осьовий, полярний та відцентровий.

Осьовим (екваторіальним) моментом інерції площі поперечного перерізу стрижня є геометрична характеристика перерізу, яка визначається інтегралом (сумою) від добутків площ елементарних площадок на квадрати їх відстаней від розглядуваної осі, що лежить у площині перерізу.

Осьові моменти інерції площі поперечного перерізу стрижня відносно осей  $Oz$  та  $Oy$  (рис. 1) відповідно рівні:

$$J_z = \int_F y^2 \cdot dF, \quad J_y = \int_F z^2 \cdot dF. \quad (3)$$

Полярним моментом інерції площі поперечного перерізу стрижня відносно полюса  $O$  (початку координат) є геометрична характеристика перерізу, яка визначається інтегралом (сумою) від добутків площ елементарних площадок на квадрати їх відстаней від полюса (рис. 1):

$$J_p = \int_F \rho^2 \cdot dF. \quad (4)$$

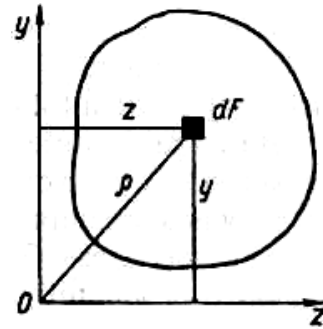


Рис. 1. Полярний момент інерції площі поперечного перерізу стрижня дорівнює сумі відповідних для даного перерізу осьових моментів інерції:

$$J_p = \int_F \rho^2 \cdot dF = \int_F (y^2 + z^2) \cdot dF = \int_F y^2 \cdot dF + \int_F z^2 \cdot dF = J_z + J_y. \quad (5)$$

Відцентровим моментом інерції площі поперечного перерізу стрижня вважають геометричну характеристику перерізу, що визначається інтегралом (сумою) від добутків площ  $dF$  елементів перерізу на їх відстані від двох вза-ємно перпендикулярних осей  $Oz$  та  $Oy$ :

$$J_{zy} = \int_F z \cdot y \cdot dF. \quad (6)$$

У ході роботи передбачається, що студент за допомогою штангенциркуля визначає всі розміри поперечного перерізу стрижня запропонованої викладачем форми, виконує креслення досліджуваного перерізу в заданому масштабі, вказуючи всі знайдені розміри.

Згодом він вибирає для перерізу довільну систему прямокутних координат  $zOy$  (вісь  $Oz$  направляє горизонтально, вісь  $Oy$  — вертикально), розбиває складний поперечний переріз на  $j$  простих частин ( $j = I, II, \dots, N$ ), та визначає для кожної з частин координати

$(z_{C_i}, y_{C_i})$  центра ваги  $C_i$  і площу  $F_i$   
( $i = 1, 2, \dots, n$ ). Після цього визначає  
координати  $(z_C, y_C)$  центра ваги  $C$

всього складного поперечного перерізу  
за формулами:

$$z_C = \frac{S_y}{F} = \frac{F_1 \cdot z_{C_1} + F_2 \cdot z_{C_2} + \dots + F_i \cdot z_{C_i} + \dots + F_n \cdot z_{C_n}}{F_1 + F_2 + \dots + F_i + \dots + F_n};$$

$$y_C = \frac{S_z}{F} = \frac{F_1 \cdot y_{C_1} + F_2 \cdot y_{C_2} + \dots + F_i \cdot y_{C_i} + \dots + F_n \cdot y_{C_n}}{F_1 + F_2 + \dots + F_i + \dots + F_n}. \quad (7)$$

Результати обчислень заносяться в таблицю 1.

Таблиця 1.

Номер частини перерізу, $j$	Площа частини $F_i, мм^2$	Координати центра ваги частини в системі $zOy$ , мм		$F_i \cdot z_{C_i}$	$F_i \cdot y_{C_i}$	$z_C, y_C, мм$
		$z_i$	$y_i$	$мм^3$		
<b><i>I</i></b>						—
<b><i>II</i></b>						—
<b><i>...</i></b>						—
<b><i>N</i></b>						—
Для всієї фігури		—	—			$z_C =$ $y_C =$

Через точку  $C(z_C, y_C)$  проводять початкову систему центральних осей  $z_0C y_0$  (вісь  $Cz_0$  направляємо горизонтально, вісь  $Cy_0$  — вертикально). Для визначення моментів інерції  $J_z, J_y, J_{zy}$  площі всього складного перерізу відносно осей  $Cz_0$  і  $Cy_0$ , знаходимо спочатку моменти інерції  $J_{z_i}^j, J_{y_i}^j$  площі кожної з простих частин відносно їх власних центральних осей  $C_i z_i$  і  $C_i y_i$ , проведених через їхні центри ваги  $C_i(z_{C_i}, y_{C_i})$  паралельно системі центральних осей  $z_0C y_0$ . Осьові

моменти інерції  $J_{z_i}^j, J_{y_i}^j$  площі кожної простої частини відносно власних центральних осей можуть бути розраховані при використанні однієї з формул з [6, 7]. Координати центра ваги  $C$  площі всього складного перерізу відносно власних центральних осей  $z_iC y_i$   $j$ -ї частини розраховуються по формулам:  
 $b_i = z_{C_i} - z_C; a_i = y_{C_i} - y_C. \quad (8)$

Моменти інерції  $J_z^j, J_y^j, J_{zy}^j$  кожної  $j$ -ї простої частини перерізу відносно початкових центральних осей  $z_0C y_0$  знаходимо за формулами переходу до паралельних осей:



$$\begin{aligned} J_z^I &= J_{z_i}^I + a_i^2 \cdot F_i; \quad J_y^I = J_{y_i}^I + b_i^2 \cdot F_i; \\ J_{zy}^I &= J_{z_i y_i}^I + a_i \cdot b_i \cdot F_i = a_i \cdot b_i \cdot F_i. \end{aligned} \quad (9)$$

Результати обчислень заносимо в таблицю 2 і таблицю 3.

Таблиця 2.

$\begin{matrix} \text{№} \\ j \end{matrix}$	$\begin{matrix} F_i, \\ \text{мм}^2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} a_i, \\ \text{мм} \end{matrix}$	$\begin{matrix} b_i, \\ \text{мм} \end{matrix}$	$\begin{matrix} a_i^2 \cdot F_i, \\ \text{мм}^4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} b_i^2 \cdot F_i, \\ \text{мм}^4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} a_i \cdot b_i \cdot F_i, \\ \text{мм}^4 \end{matrix}$
<b>I</b>						
<b>II</b>						
...						
<b>N</b>						

Таблиця 3.

$\begin{matrix} \text{№} \\ j \end{matrix}$	Моменти інерції частини відносно					
	власних центральних осей,			центральних осей перерізу		
	$J_{z_i}^j, \text{мм}^4$	$J_{y_i}^j, \text{мм}^4$	$J_{z_i y_i}^j, \text{мм}^4$	$\begin{matrix} J_z^j, \\ \text{мм}^4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} J_y^j, \\ \text{мм}^4 \end{matrix}$	$J_{zy}^j, \text{мм}^4$
<b>I</b>			0			
<b>II</b>			0			
...			0			
<b>N</b>			0			

Підсумовуючи результати таблиці 3, знаходимо моменти інерції площі всього складного перерізу відносно центральних осей  $z_0 C y_0$ :

$$\begin{aligned} J_z &= J_z^I + J_z^{II} + \dots + J_z^j + \dots + J_z^N; \\ J_y &= J_y^I + J_y^{II} + \dots + J_y^j + \dots + J_y^N; \\ J_{zy} &= J_{zy}^I + J_{zy}^{II} + \dots + J_{zy}^j + \dots + J_{zy}^N. \end{aligned} \quad (10)$$

Кут нахилу головних центральних осей  $u$ ,  $v$  до осі  $Cz_0$  визначаємо за формулою:

$$\alpha_0 = \frac{1}{2} \cdot \arctg \left( \frac{2 \cdot J_{zy}}{J_y - J_z} \right), \quad -\frac{\pi}{4} \leq \alpha_0 \leq \frac{\pi}{4}, \quad (11)$$

причому вісь, проведену під кутом  $\alpha_0$  (додатним чи від'ємним), позначаємо літерою  $u$ , а перпендикулярну до неї — літерою  $v$ .

Головні центральні моменти інерції  $J_u$  і  $J_v$  площі складного

перерізу визначаємо за формулами:

$$J_u = \frac{1}{2} \cdot \left( J_z + J_y \pm \sqrt{(J_y - J_z)^2 + 4 \cdot J_{zy}^2} \right); \quad (12)$$

$$J_v = \frac{1}{2} \cdot \left( J_z + J_y \mp \sqrt{(J_y - J_z)^2 + 4 \cdot J_{zy}^2} \right), \quad (13)$$

причому верхні знаки беремо при  $J_z > J_y$ , а нижні — при  $J_z < J_y$ .

Проводимо перевірку правильності розрахунків  $J_u$  і  $J_v$ :

$$J_u + J_v = J_z + J_y.$$

За формулами  $i_u = \sqrt{\frac{J_u}{F}}$ ,

$i_v = \sqrt{\frac{J_v}{F}}$  знаходимо значення

головних центральних радіусів інерції перерізу та будуємо еліпс інерції з півосями, що дорівнюють головним радіусам інерції. Для цього вздовж осі

$u$  по обидва боки відкладаємо відрізки  $i_v$ , а вздовж осі  $v$  — відрізки  $i_u$ . Одержаний еліпс інерції описується рівнянням:

$$\frac{u^2}{i_v^2} + \frac{v^2}{i_u^2} = 1. \quad (14)$$

Для графічної побудови вводимо в розгляд геометричну площину та відносимо її до прямокутної системи координат. По осі абсцис відкладаємо осьові моменти інерції  $J_{oc}(J_z, J_y)$ , а по осі ординат — відцентровий момент інерції  $J_{вц}(J_{zy})$ . У геометричній площині будуємо точки  $D_z$  та  $D_y$ , які відповідають моментам інерції  $J_z, J_y$  відносно осей  $Cz_0$  та  $Cy_0$ .

Абсцисами цих точок є осьові моменти інерції  $OK_z = J_z$ ,  $OK_y = J_y$ , ординатами цих точок є відцентровий момент інерції  $J_{zy}$ , причому  $K_z D_z = J_{zy}$ ,  $K_y D_y = -J_{zy}$ . Сполучивши точки  $D_z$  і  $D_y$ , матимемо центр  $C$  круга інерції. Із центра  $C$  описуємо коло радіусом

$$CD_z = CD_y = \sqrt{(CK_z)^2 + (K_z D_z)^2} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{J_z - J_y}{2}\right)^2 + J_{zy}^2}, \text{ яке перетинає}$$

вісь абсцис у точках  $A$  та  $B$ , причому  $CA = CB$ .

Абсциси точок  $A$  і  $B$  — відрізки  $AO$  та  $OB$  — і є шуканими в графічному розв'язку головними центральними моментами інерції  $J_u, J_v$ :

$$OA = OK_y + K_y C + CA,$$

$$OB = OK_y + K_y C - CB.$$

Для визначення напрямку головних центральних осей, будуємо фокус круга інерції. Для цього з точки  $D_z(D_y)$  проведемо лінію, паралельну осі  $z_0(y_0)$ , до перетину з кругом у фокусі  $M$ . Сполучивши фокус  $M$  з точками  $A$  і  $B$  круга, дістанемо напрям головних центральних осей  $u$  та  $v$ .

За результатами виконаної роботи студентами готують і здають звіт встановленої форми і структури.

Висновки. Таким чином, розробка нових лабораторних робіт при вивченні такого розділу технічної механіки, як опір матеріалів, дає можливість майбутнім вчителям технологічної освіти повноцінно засвоювати достатньо матеріал та виробити ефективну систему знань, умінь і навичок, досить необхідних і важливих для вивчення наступних розділів.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Опір матеріалів. Частина I: Курс лекцій. Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів спеціальності „Трудове навчання” / А. І. Ткачук. — Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. — 2009. — 268 с.

2. Опір матеріалів. Частина II: Лабораторні роботи. Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів спеціальності „Технологічна освіта” / А. І. Ткачук, В. В. Чубар. — Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. — 2009. — 132 с.

3. Програми вищих педагогічних закладів освіти: Технічна механіка (для студентів спеціальності 7.010103 “Педагогіка і методика середньої освіти. Трудове навчання” / Укл.: Ю.П. Колосветов, М.С. Корець, І.Г. Трегуб. — К.: УДПУ ім. М.П. Драгоманова, 1998. — 12 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Ткачук Андрій Іванович** - доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та методики трудового навчання фізико-математичного факультету Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Ткачук Іван Юрійович** - доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання фізико-математичного факультету Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка.

*Наукові інтереси:* організація дослідницької роботи студентів.

## ДО ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ПРО ЗАРОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ В КУРСІ «ІСТОРІЇ ТЕХНІКИ»

**Сергій РЯБЕЦЬ, Олег ЦАРЕНКО**

*У роботі розглянуто основні етапи розвитку вчення про напівпровідники та узагальнено матеріали про історію створення перших напівпровідникових приладів – діодів та транзисторів.*

*The basic stages of development of studies are in-process considered about semiconductors and materials are generalized about history of creation of the first semiconductor devices - diodes and transistors.*

**Постановка проблеми.** У процесі вивчення дисципліни "Історія техніки" майбутні вчителі технологій ознайомляться з феноменом появи техніки, її розвитком, у взаємозв'язку з історичними та соціально-економічними чинниками. Ця дисципліна формує систему політехнічних знань, дає цілісне уявлення про розвиток техніки як історико-культурного явища, структурує інформаційне поле про досягнення людської думки в різні періоди історії, узагальнює відомості з інших дисциплін.

Програмою курсу «Історія техніки» для педагогічного ВНЗ передбачається вивчення теми «Винайдення радіо та телебачення. Розвиток засобів зв'язку». Однак аналіз даної програми в аспекті цієї теми показав, що на елементній базі радіоелектроніки увага не

акцентується: не розглядаються питання винайдення напівпровідникових діодів, транзисторів, інтегральних мікросхем. Відомі ж публікації [1,2,4,6] не дають можливості в рамках виділеного часу висвітлити такий важливий етап у розвитку сучасних інформаційних технологій, обумовлених взаємозв'язками з умовами розвитку техніки та наукових поглядів минулого, історичними постатями вчених різних країн та їхнім внеском у створення напівпровідникових пристроїв тощо.

**Метою статті** є дослідження основних етапів розвитку вчення про напівпровідники та їх практичне використання для показу студентам педагогічних спеціальностей значення мікроелектроніки та взаємозв'язків розвитку науки і даної галузі техніки.

**Матеріали та результати дослідження.** Початок серйозних досліджень напівпровідникових матеріалів відноситься до 1833 року, коли Майкл Фарадей, працюючи із сульфідом срібла, виявив, що провідність напівпровідників росте з підвищенням температури, на відміну від провідності металів, яка при цьому зменшується. 1873 року американський учений Мей помітив, що при освітленні

селен змінює свою електропровідність, а 1874 року німецький фізик Карл Фердинанд Браун виявив у кристалів сульфиду свинцю уніполярну провідність.

На кінець XIX століття були відомі такі властивості напівпровідників:

1. електропровідність напівпровідників займає проміжне положення між електропровідністю провідників та ізоляторів і сильно змінюється за наявності домішок;

2. поява ЕРС при освітленні напівпровідника;

3. зростання електричної провідності напівпровідника при освітленні;

4. випрямна властивість контакту напівпровідника з металом.

Перший кристалічний детектор, що був сконструйований у 1906 році Пікаром [1], складався з кремнієвого кристала та спіральної контактної пружини з вістря. У цей же час американський військовий інженер Данвуді розробив детектор, в якому використовувався кристал карбиду кремнію, затиснутий між двома латунними утримувачами. Історія зберегла відомості й про виготовлення детекторів на базі галеніту (сульфиду свинцю). Приймач, із застосуванням таких детекторів, спочатку налаштовувався на передавальну станцію, а потім поверхня кристала детектора "зондувалася" вістря контактної спіральної пружини до встановлення "чутливої точки".

Слід зазначити, що ще О.С.Попов використовував детектор-випрямляч в його приймачі з телефонами (конструкція 1899 р.) [2]. Хоча конструкція детектора була дуже схожа на когерер Бранлі (скляна трубка з платиновими виводами, заповнена дрібними сталевими зернами), він не

вимагав струшування, а несиметрична провідність одержувалась із-за шару оксиду на сталі. О.С.Попов пропонував також комбінації сталевих зерен і вугільних електродів, а також детектори, де контактами слугували сталеві, бронзові й інші пружинки від годинникових механізмів. Діодний детектор у той час працював досить нестабільно, приймаючи радіочастотні сигнали, що генерувалися передавачами з іскровим розрядним проміжком. Створені в цей же час вакуумні лампові діоди та тріоди були набагато надійнішими.

У 1907–1910 роках властивості кристалічних детекторів детально досліджувалися Пірсом, Ікклзом, Торикатою та іншими. 1922 року молодий співробітник Нижегородської лабораторії Олег Лосев винайшов кристадин [3]. У цей час у Москві почала працювати центральна радіотелефонна станція, передачі якої можна було приймати на прості детекторні приймачі тільки поблизу столиці. Кристадин Лосева дозволяв не лише збільшити дальність прийому радіостанції, але був простішим і дешевшим, ніж лампові приймачі. Інтерес до кристадину в той час був величезний.

Продовжуючи дослідження кристалічних детекторів, Лосев відкрив свічення карборунда при проходженні через нього електричного струму. Через 20 років це ж явище було відкрите американським фізиком Дестріо та дістало назву електролюмінесценції. Важливу роль в розвитку теорії напівпровідників на початку 30-х років зіграли роботи під керівництвом академіка А. Іоффе [2]. 1931 року він опублікував статтю з пророчою назвою: "Напівпровідники – нові матеріали електроніки". Чималу заслугу з дослідження напівпровідників внесли

радянські учені – Б. Курчатов, В. Жузе та інші. У праці "До питання про електропровідність закису міді" (1932), вони показали, що величина і тип електричної провідності напівпровідників визначається концентрацією і природою домішок. Трохи пізніше відомий фізик Я. Френкель створив теорію збудження в напівпровідниках парних носіїв заряду: електронів і дірок. У 1931 р. англічанину Уїлсону вдалося створити теоретичну модель напівпровідника, засновану на тому факті, що в твердому тілі дискретні енергетичні рівні електронів окремих атомів розминаються в безперервні зони, розділені забороненими зонами – це був початок створення зонної теорії напівпровідників.

Перший польовий транзистор був запатентований в США 1926 року Лілієнфельдом [1]. Найбільш важлива особливість винаходу Лілієнфельда полягає в тому, що він розумів роботу транзистора на принципі модуляції провідності, виходячи з електростатики. В описі до патенту формулюється, що провідність тонкої області напівпровідникового каналу модулюється входним сигналом, що поступає на затвор через входний трансформатор.

Наступний період винаходів у транзисторах наступив у 1939 році, коли після трирічних досліджень з твердотільного підсилювача у фірмі "BTL" (Bell Telephone Laboratories), Шоклі був запрошений включитися в дослідження Браттейна з мідноокисного випрямляча. Робота була перервана другою світовою війною, але вже перед від'їздом на фронт Шоклі запропонував дві моделі транзисторів.

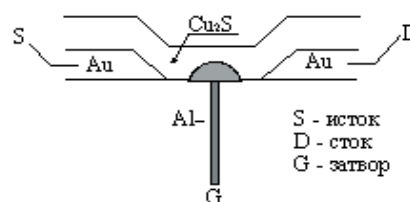


Рис.1. Транзистор за одним із перших патентів № 1900018 Лілієнфельда [1].

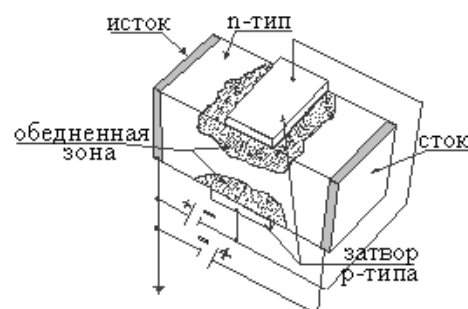


Рис.2. Польовий транзистор Шоклі [4].

У 1952 року Шоклі описав уніполярний (польовий) транзистор з управляючим електродом, який складається з напівпровідникового стрижня n-типу (канал n-типу) з омичними контактами на торцях. Як напівпровідник використаний кремній. На поверхні каналу з протилежних сторін формується р-n-перехід, щоб він залишався паралельним напрямку струму в каналі. Провідність каналу визначають основні носії заряду (у нашому випадку електрони в каналі n-типу). Електрод, від якого носії починають рух, називається витоком, а другий омичний електрод, до якого підходять електрони, – стік. Третій вивід від р-n-переходу називають затвором.

Точний опис процесів у польовому транзисторі являє собою певні труднощі. Тому, Шоклі запропонував спрощену теорію уніполярного транзистора, що в основному пояснює властивості цього приладу. При зміні входної напруги

(витік-затвор) змінюється зворотна напруга на р-п-переході, що призводить до зміни товщини замикаючого шару. Відповідно змінюється площа поперечного перерізу п-каналу, через який проходить потік основних носіїв заряду, тобто вихідний струм. При високій напрузі затвора замикаючий шар стає все товщим і площа поперечного перерізу зменшується до нуля, а опір каналу збільшується нескінечно і транзистор закривається.

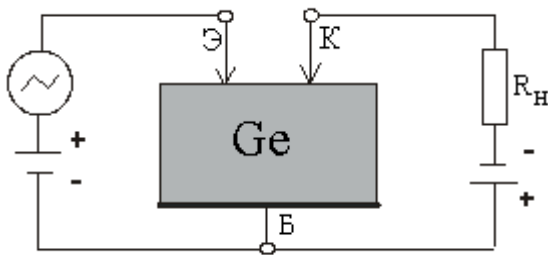


Рис.3. Будова та схема увімкнення першого точкового транзистора Бардіна і Браттейна [2].

Однак технологічні проблеми того часу не дозволили реалізувати й ідею Шоклі.

Винахід транзисторів став знаменною віхою в історії розвитку електроніки і тому його автори Джон Бардін, Уолтер Браттейн і Уільям Шоклі виправдано отримали Нобелівську премію з фізики за 1956 рік.

Насправді, перший успіх було досягнуто ще 23 грудня 1947 року співробітниками лабораторії "BTL" – Бардіним і Браттейном, під керівництвом Шоклі. От як про цей винахід писали самі автори: «Приводиться опис трьохелементного електронного пристрою, що використовує відкритий принцип, який заснований на застосуванні напівпровідника як основного елементу. Пристрій може бути використаний, як підсилювач, генератор і в інших цілях, для яких зазвичай застосовуються вакуумні електронні лампи» [2].

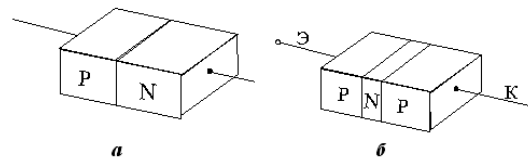


Рис.4. До пояснення теорії Шоклі про площинні діоди та транзистори [2].

Пристрій складається з трьох електродів, розміщених на германієвому монокристалі, як показано на рис.3. Два з цих електродів, що називаються емітером (Э) і колектором (К), є випрямлячами з точковим контактом і розташовуються досить близько один до одного на поверхні напівпровідникового кристалу. Третій електрод, великої площі і маленького радіусу, нанесений на основу – базу (Б). Використовувався монокристал германію n-типу. Принциповим підходом Шоклі було створення напівпровідникового випрямного пристрою з кристалів напівпровідника з різним типом провідності (р- та n-типу). Такий пристрій, названий площинним напівпровідниковим випрямлячем, має малий опір, коли р-область – позитивна відносно n-області (рис.4,а). Характеристики площинного випрямляча можна точно визначити теоретично. В порівнянні з точковим, площинний випрямляч допускає велике навантаження оскільки площу контакту можна зробити досить великою. З іншого боку із збільшенням площі росте шунтуюча контактна ємність. Далі Шоклі розглянув теорію площинного транзистора з кристала напівпровідника, що містить два р-п-переходи (рис.4, б). Позитивна р-область є емітером, негативна р-область колектором, n-область – базою. Таким чином замість металевих точкових контактів використовуються дві р-п-області. У точковому транзисторі два металеві точкові контакти необхідно

було розташовувати дуже близько один до одного, і в площинному транзисторі обидва переходи повинні розташовуватися дуже близько один до одного. Область бази дуже тонка – менше 25 мкм.

Площинні транзистори мають ряд переваг перед точковими: вони доступніші теоретичному аналізу, мають нижчий рівень шумів, забезпечують велику потужність. Для нормальної роботи транзистора, як підсилювача, необхідно щоб на емітер було подано пряме, а на колектор зворотне зміщення, відносно бази. Для р-п- р-транзистора умова відповідає – позитивному емітеру і негативному колектору. Для п-р-п – зворотні полярності тобто негативний емітер і позитивний колектор.

Через низьку надійність електронних ламп і високе їх енергоспоживання потреба в напівпровідникових елементах була насправді виключно великою – особливо з появою перших ЕОМ. Особливо гостро ці проблеми проявилися в багатоламповій апаратурі. Досить сказати, що ЕОМ "ЭНИАК", створена в 1945 році, налічувала 18000 ламп, займала площу 140 м<sup>2</sup>, важила 30 т і споживала 150 кВт електроенергії [2]. Надійність її роботи визначалася лише 3 годинами. Зрозуміло, що в цей період пошуки малогабаритних і високонадійних елементів, здатних замінити електричну лампу, велися в усіх можливих напрямках.

Перші точкові транзистори зустріли холодний «прийом» з боку розробників апаратури, проте на зміну їм незабаром з'явилися площинні транзистори, вільні від недоліків точкових. У порівняно короткий термін вдалося перейти з германію, що не забезпечує застосування транзисторної техніки в умовах високих температур, на стійкіший до температурних впливів кремній. Поява планарної техніки

дозволила підвищити характеристики транзисторів і перейти до групових методів проведення технологічних процесів. Найважливішим наслідком появи планарної технології стала ідея виготовлення на одному кристалі не відокремленого транзистора, а декількох транзисторів, діодів й інших елементів, об'єднаних вже в інтегральну мікросхему. Таким чином, народження транзистора зумовило появу і бурхливий розвиток мікроелектротехніки базою для розвитку обчислювальної техніки і багатьох напрямів електроніки.

Саме в 1958 році Роберт Нойс (Fairchild Semiconductor Corporation) і Джек Кілбі (Texas Instruments) при вирішенні технічного протиріччя «мінімізації місця при максимумі компонентів» практично винайшли ідентичну модель інтегральної схеми. Різниця полягала в тому, що Кілбі скористався германієм, а Нойс віддав перевагу кремнію (патенти 1959 року). А вже у 60-і роки Fairchild Semiconductor Corporation виготовляла чіпи для вільного продажу, які відразу стали використовуватись у виробництві калькуляторів і комп'ютерів замість окремих транзисторів, що дозволило значно зменшити розмір і збільшити продуктивність пристрою.

1968 року Г. Мур, Р. Нойс та Е.Гроув організовують фірму Intel. Вони переслідували мету: використати величезний потенціал інтеграції великого числа електронних компонентів на одному напівпровідниковому кристалі для створення нових видів електронних приладів. У 1997 році Ендрю Гроув став "людиною року", а очолювана ним компанія Intel стала виробляти мікропроцесори для 90% усіх персональних комп'ютерів планети.

Аналогічні дослідження зі створення напівпровідникових транзисторів проводились і інші вчені.

Так, фізик В. Лошкар'єв ще в 1946 році відкрив біполярну дифузію нерівноважних носіїв струму в напівпровідниках. Ним же створені перші точкові транзистори на початку 50-х років. Вченими А. Красиловим і С. Мадояном уперше спостерігався транзисторний ефект у 1949 році. Перші розробки германієвих діодів були здійснені теж А. Красиловим в НДІ "Джерело". Лабораторні зразки германієвих транзисторів були розроблені 1950 року Б. Вулом, А. Ржановим, В. Вавіловим та ін. (ФІАН), В. Тучкевичем, Д. Наследовим (ЛФТИ), С. Калашниковим, Н. Пеніним та ін. (ІРЕ АН СРСР) [5].

1963 року Хофштейн і Хайман описали нову конструкцію польового транзистора, де використовується поле в діелектрику, розташованому між пластиною напівпровідника і металевою плівкою [6]. Такі транзистори із структурою метал-діелектрик-напівпровідник називаються МДП-транзистори. У період з 1952 по 1970 роки польові транзистори залишалися на лабораторній стадії розвитку. Стрімкому розвитку польових транзисторів в 70-і роки сприяли три чинники: перший – розвиток фізики напівпровідників і прогрес в технології напівпровідників, що дозволило отримати прилади із заданими характеристиками, другий – створення нових технологічних методів – тонкоплівкові технології для отримання структури з ізольованим затвором і третій – широке впровадження транзисторів в електричне устаткування.

**Висновок.** Наведений історичний та науково-практичний матеріал з історії винайдення найпростіших напівпровідникових приладів і

створення фізичних теорій, що пояснюють їх роботу має сприяти професійно-педагогічному та загальнокультурному формуванню майбутнього вчителя технологій. На наш погляд проведені дослідження не вичерпуються тільки наповненням необхідною інформацією окремо взятої теми з курсу «Історії техніки» для педагогічних ВНЗ, а й для змістовного висвітлення у названій дисципліні інших темах і розділах, а також під час вивчення курсу загальної фізики, основ інформатики.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Члиянц Г. Как "родились" полупроводники//Радиолюбитель. – 2001. – №2. – С.35.
2. Электроника: прошлое, нынешнее время, будущее/ Пер. с англ. под ред. В.И. Сифорова. – М.:Мир; 1980. – 296 с.
3. Острослов Б., Шляхтер И. Изобретатель кристаллина О. В. Лосев// Радио. – 1952. – №5. – с.18–20.
4. Члиянц Г. История создания полупроводниковых приборов // Радиолюбитель. – 2001. №2. – С.35; №3. –С.30.
5. Электроника. Энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Г. Колесников. –М.: Сов.энциклопедия, 1991. – 407 с.
6. Очерки истории радиотехники – М. : Издательство АН СССР, 1960. –326 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Рябець Сергій Іванович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та методики трудового навчання.

*Наукові інтереси* – формування творчо-інтелектуальних здібностей в майбутніх вчителів технологій при викладанні дисциплін технічного циклу.

**Царенко Олег Миколайович** – кандидат технічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання.

*Наукові інтереси* – дидактика фізики вищої школи, проблеми формування наукового світогляду студентів при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін.



## ОЗНАЙОМЛЕННЯ УЧНІВ ІЗ ФІЗИЧНИМИ ОСНОВАМИ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ

Олександр ЧИНЧОЙ

*У статті розглянуто питання ознайомлення учнів із фізичними основами техніки і технології, які мають сприяти покращенню якості знань школярів і розширенню їх технічного кругозору.*

*The article highlights issues familiarization of students with physical fundamentals of technique and technology that should contribute to improving the quality of students' knowledge and expand their technical horizons.*

**Актуальність проблеми.** У сучасних умовах в результаті впровадження у професійну діяльність людей інформаційних і комунікаційних технологій, на ринку праці з'явилося багато професій, про які школярі не мають ніякого уявлення. Крім того, стало очевидним, що однією із основних якостей особистості стала професійна мобільність, тобто здатність переходити із однієї фахової сфери діяльності до іншої і швидко адаптуватися в ній. У зв'язку з цим проблема оволодіння молодими людьми сучасною технікою і технологією є як ніколи актуальною.

Учнів загальноосвітньої школи варто ознайомити із окремими перспективними фізичними технологіями, як-от: 1) фотоелектричне перетворення сонячної енергії; 2) фізичні основи нанотехнології; 3) оптична обробка інформації; 4) проблеми левітації тіл у силових полях; 5) нові напівпровідникові матеріали; 6) нові лазерні матеріали; 7) фізичні основи сучасних ліній передачі сигналів (діелектричний хвилепровід, радіорелейна лінія, променепровідна лінія, волоконно-оптична лінія); 8) вибухові технології (вибухові технології обробки матеріалів, вибухові установки багаторазової дії, ядерний вибух); 9) радіолокація; 10) фізичні основи і методи отримання магнітного

поля; 11) технологія електричного нагрівання та інші технології.

**Основна частина.** Для організації цілеспрямованої роботи в цьому напрямку необхідно у процесі пояснення нового матеріалу ознайомити учнів з основними галузями сучасної промисловості, використовуючи матеріал технічного змісту у якості ілюстрації на прикладі фізичних явищ або законів, що вивчаються. Але використовуваний із цією метою матеріал повинен відповідати певним вимогам. Беручи за основу принципи сучасної дидактики, а також враховуючи специфіку проблеми, ці вимоги можна сформулювати наступним чином:

1. Одним із принципів, покладених в основу відбору матеріалу технічного змісту, є принцип науковості і доступності.

Принцип науковості передбачає, що зміст прикладного матеріалу має відповідати стану розвитку сучасної науки, методи його вивчення – теорії наукового пізнання, а його реалізація вимагає поєднання теорії і практики. Таким чином у процесі вивчення курсу фізики учнів слід ознайомлювати із застосуванням розглядуваних на заняттях понять у сучасній техніці. Це означає, що технологічний матеріал, який ілюструє певні поняття, повинен відповідати потребам фізики, як навчального предмету, а не навпаки. Разом з тим вивчення на заняттях із фізики технічних об'єктів, наукові основи функціонування яких не можуть бути пояснені учнями у межах програми, не відповідають принципам науковості, оскільки в учнів відсутня база для їх розуміння.

Принцип доступності передбачає, що підібраний для розгляду на навчальних заняттях матеріал технічного змісту повинен бути доступним для засвоєння учнями певного віку як за загальним об'ємом, так і за глибиною розкриття змісту аналізованих понять. Таким чином, добираючи зміст технічного матеріалу, не слід обмежуватися власне переліком понять, що підлягають засвоєнню, необхідно визначити глибину їх розкриття, щоб в одних випадках уникнути непотрібних і шкідливих складнощів, а в інших – навпаки, занадто спрощеного і поверхового їх трактування. Обмежуючи глибину засвоєння змісту тих або інших понять, не слід допускати спотворення змісту науки.

При розкритті глибини змісту технічного матеріалу необхідно враховувати вікові особливості учнів, рівень їх попередньої загальноосвітньої і загальнотехнічної підготовки, а також стан розумового розвитку.

2. Додатковий матеріал, що використовується на навчальних заняттях з фізики, не повинен виходити за межі програми з дисципліни. Це означає, що недоцільно виносити на розгляд такі технічні об'єкти і технологічні процеси, фізичні основи функціонування яких знаходяться поза програмою із фізики.

3. Матеріал, що використовується на заняттях із фізики, має ілюструвати зв'язок фундаментальних і прикладних наук. Такий зв'язок, перш за все, виражається в описанні техніки і технології виробництва, законів і теорій, що вивчаються фундаментальними науками, у спільності методів дослідження, притаманних фундаментальним і прикладним наукам.

4. Матеріал технічного змісту, що використовується для розгляду на

заняттях з фізики, має розширювати технічний кругозір, розвивати технічне мислення учнів. Проте, добираючи ілюстративний матеріал, слід враховувати профіль навчання (фізичний, фізико-математичний, фізико-технічний та ін.).

У зв'язку з цим при розгляді прикладного матеріалу, призначеного для збагачення фізичного поняття технічними компонентами, а також для збільшення його об'єму за рахунок розгляду технічних об'єктів, що включаються у дане поняття, необхідна реалізація принципу варіативності. Згідно цього принципу, при відбиранні матеріалу технічного змісту необхідно враховувати профіль класу.

Це ні в якому разі не позбавляє можливості учнів інших профілів ознайомитися із загальним технічним матеріалом (інваріантної компоненти прикладного матеріалу), тобто таким, який ілюструє найбільш важливі загальні питання застосування науково-технічних понять в усіх галузях промисловості. Мова йде про домінування прикладного матеріалу, що допомагає розкрити наукові (фізичні) принципи техніки і технології конкретного виробництва.

Наприклад, для класів фізико-технічного профілю при розгляді фотоелектричного перетворення сонячної енергії у фотоелементах можна розглянути фотоелектричні установки із концентраторами сонячного випромінювання із дзеркал і лінз Френеля. Лінза Френеля являє собою виготовлену із органічного скла пластину товщиною 1–3 мм, одна сторона якої є плоска, а на іншу нанесено профіль у вигляді концентричних кілець, що повторює профіль випуклої лінзи. Лінзи Френеля дешевші від звичайних випуклих лінз, та забезпечують при цьому ступінь концентрування у 2–3 тисячі "сонць".

5. Матеріал технічного змісту, що добирається для розгляду на навчальних заняттях з фізики, повинен бути спрямованим на ознайомлення учнів з фізичними основами техніки і технології сучасного виробництва.

Це означає, що при вивченні принципів функціонування будь-якого технічного об'єкта або технологічного процесу немає необхідності докладно вивчати його конструктивні особливості. Це у завдання фізики як навчального предмету не входить. Досить обмежитися ознайомленням тільки із принциповою схемою. Основна увага при цьому має бути приділена поясненню фізичних основ функціонування технічного об'єкта. Такого ж принципу слід дотримуватися і при розгляді технологічних процесів. Головне завдання у даному випадку полягає у тому, щоб звернути увагу учнів на спосіб застосування фізичних явищ і законів у сучасному виробництві. Одночасно слід зазначити, що всі додаткові відомості повинні викладатися, в основному, у науково-популярній формі без застосування математичних виведень і спеціальних формул.

6. Ілюстративний матеріал технічного змісту для розгляду на заняттях з фізики повинен відображати найновіші досягнення науки і техніки у сучасному виробництві і побуті.

Варто зазначити, що, сучасні досягнення у техніці і технології не знаходять у нинішніх підручниках достатнього відображення. Наприклад, у підручниках з фізики не розглядаються питання застосування різних методів електронагрівання: НВЧ-нагрівання, індукційного, дугового, електронно-променевого і т. ін. Тому у процесі навчання фізики, вивчаючи відповідні розділи або теми курсу, на цих питаннях варто зупинитися докладніше, тобто розглядати найновіші досягнення

фізики, що використовуються у сучасній промисловості і побуті. В аспекті визначеної проблеми, необхідно звертати увагу учнів на значне скорочення проміжків часу між здійсненням наукового відкриття і впровадженням його у виробництво.

7. Аналіз прикладного матеріалу має бути спрямований на демонстрацію спільності методів наукових і науково-технічних досліджень у різних науках.

Наприклад, найважливішою особливістю сучасної хімії є використання нових фізико-хімічних і фізичних методів дослідження. Поряд із класичними характеристиками речовин (елементний склад, температура плавлення і кипіння, показник заломлення) активно застосовуються структурні методи (рентгеноструктурний аналіз, електронографія, нейтронографія), спектроскопічні методи у широкому діапазоні довжин хвиль електромагнітного випромінювання (до нових методів можна віднести радіоспектроскопію і лазерну спектроскопію).

8. Розгляд матеріалу технічного змісту на заняттях з фізики не повинен займати багато часу, особливо за рахунок викладу програмного матеріалу дисципліни. Занадто великий обсяг інформації, її надмірна складність призводить до неминучого перевантаження учнів. Таке перевантаження наносить шкоду всьому процесу навчання, оскільки в учнів не вистачає часу для ґрунтовного засвоєння навчального матеріалу.

9. Матеріал технічного змісту, включений у зміст фізики як навчального предмету, має бути цікавим для учнів. Тому він насамперед, стосуватися найновіших технічних об'єктів і технологічних процесів, бути доступним для розуміння учнями.

10. У навчальному процесі з фізики необхідно максимально урізноманітнити форми подачі прикладного матеріалу технічного змісту. В одних випадках це може бути розповідь, яка в основному використовується для опису життя і діяльності вчених або дія відображення історії технічного відкриття, а в інших – пояснення з постановкою демонстраційного експерименту політехнічного змісту, якщо мова іде про розкриття суті і змісту певного поняття. Формами ознайомлення учнів із науково-технічними поняттями можуть бути розв'язування задач, підготовка доповідей і повідомлень для виступу на уроках, конференціях і семінарах. Різноманітність форм подачі матеріалу технічного характеру сприяє розвитку інтересу учнів до фізики і техніки.

Окрім пояснення нового матеріалу, широкі можливості має сам процес розв'язування **задач технічного змісту**.

Необхідно зазначити, що цій проблемі присвячена достатня кількість досліджень, у яких подано визначення таких задач, розкриваються їхні функції в ознайомленні учнів з технікою і технологією сучасного виробництва, докладно описується методика навчання розв'язуванню подібних задач.

Умовою розв'язування технічної задачі є знання принципів функціонування технічного об'єкта і його будови, без чого складно виконати завдання. Крім того, у процесі розв'язування технічної задачі визначаються не тільки фізичні параметри об'єкта, але і його технічні характеристики.

Призначення технічних задач на уроках фізики полягає у:

1) ознайомленні учнів із застосуванням понять, що засвоюються

на заняттях із фізики, у техніці і технології сучасного виробництва;

2) ознайомленні з поняттями, що відображають кількісні характеристики технічних об'єктів і технологічних процесів, які широко використовуються у різних галузях господарства і побуту;

3) ознайомленні учнів із спільністю наукових методів фундаментальних і прикладних наук;

4) оволодінні навичками пізнавального і прикладного характеру, що застосовуються при вивченні суміжних навчальних дисциплін, а також умінні оперувати знаннями, засвоєними на уроках фізики, при розв'язуванні задач прикладного характеру;

5) розвитку креативного мислення, яке сприяє переносу умінь творчого підходу до розв'язання навчальних задач на виробничі теми, самостійності у пошуку рішень, що важливо як у навчальному процесі, так і в професійній діяльності;

6) усвідомленні учнями необхідності вивчення фізики для оволодіння теоретичними основами майбутньої професії.

Приклади задач із технічним змістом:

1. Якими методами електронагрівання здійснюється теплова обробка продуктів у побутових електроприладах для приготування їжі?

2. Для перемотки перегорілого нагрівного елемента електропаяльника (220 В, 40 Вт) замість ніхромового провідника Х20Н80 діаметром 0,1 мм взяли такої ж марки дрот, але діаметром 0,15 мм. Як зміниться при цьому потужність паяльника?

Для детального ознайомлення учнів із сучасною технікою доцільно вводити у практику навчання задачі з неповними даними. До того ж пошук даних пропонується здійснити самостійно у процесі спостереження за

роботою технічного об'єкта. Організація пошуку даних, яких не вистачає, можлива на основі спостережень. Сюди можна долучати елементарні вимірювання, наприклад, хронометраж, вимірювання маси, сили струму, напруги тощо. По суті це експериментальні задачі, які є традиційними у шкільній практиці, коли дослідження якого-небудь фізичного явища або закону замінено спостереженням за натуральним технічним об'єктом, наприклад, електричною плиткою, електрокип'ятильником, мікрохвильовою піччю тощо.

Необхідно зазначити, що пошук потрібних даних може бути організований через роботу із довідниковою літературою, технічним паспортом приладу. Прикладом таких задач можуть слугувати наступні:

*8. Визначити коефіцієнт корисної дії побутового електрочайника.*

*9. Скласти принципову схему побутової електричної плитки, що має регулятор, розрахований на чотири ступені потужності.*

Процес формування уявлень учнів про техніку і технологію сучасного виробництва вимагає створення умов для введення у курс фізики елементів технічних знань. Включення елементів техніки у постановку **фронтальних лабораторних робіт** є непростим завданням. Програмою із фізики рекомендована тематика фронтальних лабораторних робіт, для виконання яких у школі є певний набір обладнання, і перегляд їх тематики викликає певні складнощі із приладами. Однак велике значення ролі фізичного експерименту у формуванні в учнів фізичних принципів, покладених в основу функціонування технічних об'єктів, і здійснення технологічних процесів вимагає спеціального вивчення цього питання.

Одним зі шляхів розв'язання цього питання є використання приладів, що застосовуються у техніці, наприклад, різного роду датчиків. Використання приладів сучасного виробництва сприяє практичному ознайомленню учнів із їх будовою, принципом роботи і призначенням. Однак такий підхід не завжди легко реалізувати, бо не завжди є можливість отримати необхідний комплект обладнання. Найбільш раціональним, на наш погляд, є включення в інструкції до лабораторних робіт додаткових запитань із застосування отриманих у теоретичній частині курсу фізики знань для опису принципів дії конкретних технічних об'єктів або технологічних процесів.

Кількість запитань до лабораторної роботи має бути строго регламентованою, практика свідчить, що їх має бути не більше трьох-чотирьох. Відповідати на поставлені запитання учні можуть не обов'язково на занятті під час виконання лабораторної роботи, відповідь на поставлені запитання може передбачати виставлення додаткових оцінок.

Велике значення має застосування **творчих задач**, коли учням пропонується здійснити наукові відкриття або винаходи. До того ж ці відкриття і винаходи мають лише суб'єктивну новизну, оскільки вони можуть виявитися уже здійсненими. На цю суб'єктивну новизну й орієнтовані творчі задачі для лабораторних робіт із теми "Властивості газів, рідин, твердих тіл" (10 клас), наприклад: *сконструйте пневматичні ваги для зважування поштових конвертів, використовуючи манометр і гумову повітряну кульку; під час вашої відсутності протягом тривалого часу необхідно забезпечити поливання кімнатних квітів без допомоги людини.*

При виконанні робіт фізичного практикуму із теми "Атомна і ядерна

фізика” в 11-у класі учням можна запропонувати таку задачу:

*Запропонуйте конструкцію механічної моделі циклотрона, використовуючи у якості зарядженої частинки металеву кульку. Зробіть ескіз цієї моделі і поясніть принцип дії.*

**Висновки.** Вивчення у шкільному курсі фізичних основ сучасної техніки і технології продиктовано не лише необхідністю розширення кругозору школярів, але і необхідністю формування у них відповідного усвідомлення сучасної картини світу. Особливо важливе розуміння того, що обсяг отримуваних учнями знань не є остаточною межею знань, що наука вічна у своєму розвитку. Слід виділити два фактори, які зумовлюють постійний розвиток науки. Це, по-перше, інтерес людей до все глибшого, більш точного розуміння природи у широкому розумінні цього слова, і, по-друге, це

важливе прагматичне завдання: відкриваючи закони природи, людство отримує можливість на їх основі створювати нові технології, забезпечуючи тим самим прогрес у розвитку цивілізації.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Чінчой О.О. Вивчення надвисокочастотного нагрівання на уроках фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – №3. – С. 8–11.
2. Чінчой О.О., Кононеко С.О. Узагальнення і систематизація знань учнів про перетворення електричної енергії у теплову // Наукові записки. – Випуск 90. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2010. – С. 316–320.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Чінчой Олександр Олександрович** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету.

*Наукові інтереси:* створення дидактичних засобів для навчального процесу з фізики.

## РОЗВ’ЯЗАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ ЯК ВАЖЛИВА КОМПОНЕНТА ІНТЕГРАЦІЇ ЗНАНЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІЗ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

**Олександр ЩИРБУЛ**

*У статті розглядаються проблеми інтеграції знань майбутніх учителів трудового навчання в аспекті їхньої підготовки до організації та керівництва технічною творчістю школярів. Наводиться конкретний приклад технічної задачі, розв’язання якої потребує від студентів комплексного застосування знань, умінь і навичок.*

*In the article the problems of integration of knowledges of future teachers of labour studies are examined in the aspect of their preparation to organization and guidance by technical creation of schoolboys.*

**Постановка проблеми.** Сьогодні одним із важливих завдань сучасної освіти є формування та розвиток творчої особистості людини, оскільки лише та людина, котра має високий

рівень інтелектуального розвитку і сформований творчий потенціал, володіє сучасними знаннями, вміннями й навичками, здатна розв’язувати складні наукові, технологічні, педагогічні, соціальні та інші проблеми.

Загальновідомо, що основи творчого становлення особистості закладаються ще в шкільні роки, тому для розв’язання проблем творчого розвитку учня важливим є підготовка вчителя, який володіє сучасними знаннями, методиками навчання учнів та здатний виявити й створити такі умови навчально-виховного процесу, котрі сприяли б індивідуальному підходу до кожного школяра та

розвивали б його творчий потенціал. Зокрема, для організації учнівської технічної творчості як складового елемента технологічних знань учнів, необхідним є високий рівень підготовленості вчителя трудового навчання, котрий здатний забезпечувати розвиток творчих технічних здібностей школярів як на уроках, так і в позаурочний час.

**Аналіз дослідження з даної проблеми.** Ознайомлення з роботою шкіл та позашкільних закладів щодо організації технічної творчості учнів свідчить про те, що в більшості випадків технічна творчість учнів зводиться до їхньої практичної діяльності з макетування, моделювання, удосконалення технічних пристроїв, вузлів, механізмів і т. п. Звичайно, що практична діяльність є важливим елементом технічної творчості, така діяльність сприяє формуванню практичних умінь і навичок роботи з інструментами, обладнанням, матеріалами та розвитку особистісних здібностей учнів, таких, як: наполегливість, здатність до перенесення досвіду, здатність до вдосконалення та ін. Але ми вважаємо, що технічну творчість недоцільно зводити лише до практичної діяльності учнів, оскільки вона, як це переконливо доводять праці Г. С. Альтшуллера [1], М. І. Меєровича [2], В. О. Моляко [3], Ю. П. Саламатова [4], Ю. С. Столярова [6], М. П. Турова [7] та ін., має багато аспектів та відповідно потребує знань, умінь і навичок з багатьох галузей.

Зокрема, у праці В. К. Сидоренка [5] пропонується перелік того, на чому повинні знатися учні, щоб розвивати свої технічні здібності: *інтерес до технічної літератури; успішне засвоєння загальноосвітніх предметів, які є основою сучасної техніки: математики, фізики, хімії, креслення; інтерес до техніки, технічної творчості; прагнення працювати на*

*машинах, здійснювати ремонт технічних пристроїв, приладів тощо; здатність аналізувати принцип дії, установлювати закономірності роботи машин і механізмів, з'ясовувати їх будову; добре розуміння графічних матеріалів (креслень, схем, алгоритмів, таблиць і т. п.)* [5, с.84]. Як свідчить зазначене, учням для успішної творчої технічної діяльності необхідні знання з різних предметів, а тому й професійна підготовка майбутніх керівників технічною творчістю має спрямовуватися на детальне вивчення й аналіз різних аспектів технічної творчості, на **інтеграцію** психолого-педагогічних, фахових, методичних знань майбутніх педагогів. Отже, **метою** нашої публікації є: навести й проаналізувати конкретні завдання, котрі сприяють інтеграції професійних знань студентів з питань технічної творчості.

**Основні результати дослідження.** Одним з елементів професійної підготовки майбутніх фахівців з технічної творчості є набуття студентами знань, умінь і навичок розв'язувати творчі технічні задачі. У цьому аспекті слід зазначити, що поняття "творча технічна задача" визначається як задача, у якій виявлені технічні протиріччя. Будь-яка технічна задача, навіть найскладніша, котра має відомий алгоритм розв'язання, не вважається творчою [6, с.82-83]. Також технічні задачі, на відміну від математичних, фізичних, не даються у вигляді чітко сформульованих умов, необхідних і достатніх для їхнього розв'язання. Тому для розв'язання творчих технічних задач студентам потрібно, використовуючи знання, уяву, інтуїцію, особистісні здібності, самостійно сформулювати умову технічної задачі в зручному для себе вигляді, усвідомити технічні протиріччя, визначити мету, цілі завдання, область допустимих

розв'язків та застосувати відомі методи активізації творчості, способи усунення технічних протиріч і т. п. Такі знання студенти здобувають на лекційних, семінарських заняттях, аналізуючи наукову літературу, вивчаючи методи активізації творчого пошуку, прийоми усунення технічних протиріч, фізичні ефекти та явища, котрі допомагають розв'язувати технічні задачі, виконуючи завдання, що передбачені нашим посібником [8]. Таким чином у майбутніх фахівців з технічної творчості поступово формуються необхідні знання, які потрібні для практичного застосування при розв'язанні технічних задач.

Варто зауважити, що технічні задачі в більшості випадків мають декілька розв'язків, тому основне завдання студентів полягає в тому, щоб знайти всі можливі розв'язки задачі та здійснити детальний аналіз кожного з них, вибравши найоригінальніший. Звичайно, що така робота потребує багато часу, тому для інтенсифікації процесу розв'язання творчих технічних задач ми заздалегідь пропонуємо студентам перелік технічних задач різного змісту й ставимо вимогу самостійно спробувати запропонувати нові ідеї та нові способи розв'язання. Такий підхід дає можливість за одне семінарське заняття, використовуючи методи колективної творчості, розв'язати декілька творчих технічних задач.

Розглянемо приклад технічної задачі, розв'язання якої потребує використання інтегрованих знань із різних аспектів технічної творчості.

**Задача 1.** При виготовленні пухових ковдр на готовому виробі залишаються шматочки пуху. Запропонуйте дешевий та швидкий спосіб очищення ковдр від залишків пуху.

Аналізуючи цю задачу, студенти висловлюють свої пропозиції словесно,

а також у вигляді ескізів. Наприклад, для швидкого очищення готового виробу було запропоновано: створити конвеєрну лінію, по якій рухаються пухові ковдри, а очищення відбувається за допомогою нерухомих щіток, розміщених над конвеєром (рис.1); замість щіток над конвеєром використовувати валики,

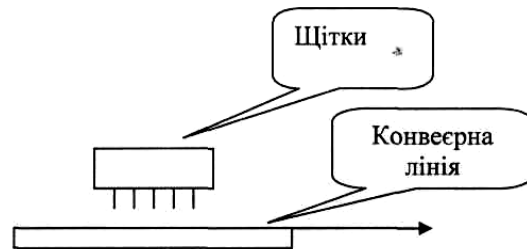


Рис. 1.

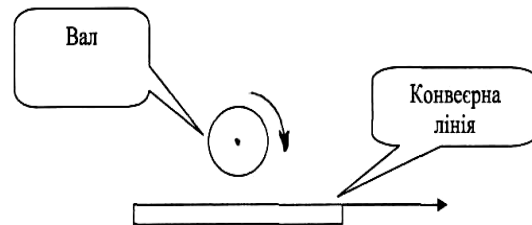


Рис. 2.

котрі змащені клеєм (рис.2); використати пилосос (рис. 3); над конвеєром розмістити наелектризований щит (рис.4) та ін.

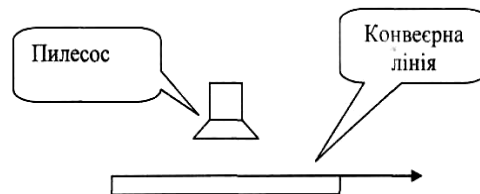


Рис. 3.

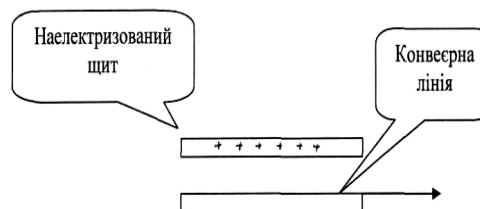


Рис. 4.

Аналізуючи кожну пропозицію з погляду економічності її використання, технологічності, швидкості виконання операції, складності впровадження і т. п., студенти усвідомлюють, що більшість запропонованих розв'язків



творчої технічної задачі призводить до ускладнення технічної системи та до виникнення нових проблем. Зокрема, аналіз першої та другої пропозицій виявляє наступні проблеми: якою буде якість очищення виробу; чи не пошкодиться виріб при використанні щіток або валиків; на якій відстані над поверхнею виробу повинні розміщуватися щітки або валики. При використанні пілососа для очищення пухових ковдр також можуть виникати проблеми, зокрема потужний потік повітря разом із залишками пуху може притягувати й сам виріб. Звичайно, що кожен із запропонованих розв'язків цієї технічної задачі може мати практичне втілення, але теоретичний аналіз дає можливість заздалегідь відкинути ті варіанти, котрі є малоефективними, тобто технічно складними, економічно не вигідними, технологічно нерациональними і т.п.

Найбільш вдалою, на наш погляд, є четверта пропозиція, котра пропонує для очищення виробів використати електростатичне поле. Як показує практика роботи зі студентами, подальше вдосконалення цього варіанта розв'язку технічної задачі призводить до оригінального результату, а саме: *для швидкого та якісного очищення пухових ковдр від залишків пуху доцільно використовувати іонізоване повітря, яке подається під тиском на конвеєрну лінію.*

**Висновок.** Таким чином, розв'язання творчих технічних задач дає можливість студентам усвідомити, що розв'язання технічних задач потребує знань з основ різних наук та вмінь ефективно застосовувати знання в кожній конкретній ситуації. Зокрема, при розв'язанні запропонованої задачі студенти використовували знання з креслення (схематично зображаючи свої пропозиції), з фізики (механіка, електростатика), розвивали свої

особистісні здібності до аналізу, критичної оцінки, узагальнення, систематизації, набували досвіду в розв'язанні технічних проблем.

Отже, використання технічних задач є важливим елементом творчого розвитку майбутніх фахівців з технічної творчості, оскільки розв'язання технічних задач сприяє інтегрованому застосуванню знань студентів.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Альтшуллер Г. С. Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач / Альтшуллер Г. С. — Новосибирск: Наука, 1986. — 209 с.
2. Меерович М. И. Технология творческого мышления: практическое пособие / М. И. Меерович, Л. И. Шрогина. — Мн.: Харвест, 2003. — 432 с.
3. Моляко В. А. Психология решения школьниками творческих задач / Моляко В. А. — К.: Радянська школа, 1983. — 94 с.
4. Саламатов Ю. П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества / Саламатов Ю. П. — М.: Просвещение, 1990. — 240 с.
5. Сидоренко В. К. Интеграция трудового навчання і креслення як засіб розвитку технічних здібностей школярів / дидактичний аспект/: / дис. ...доктора пед. наук: 13.00.01 / Сидоренко Віктор Костянтинович. — К., 1995. — 435с.
6. Техническое творчество учащихся / [Ю. С. Столяров, Д. М. Комский, В. Г. Гетта, А. М. Плутук, В. В. Колотилков]; под. ред. Ю. С. Столярова, Д. М. Комского. М.: — Просвещение, 1989. — 222 с.
7. Туров М. П. Основы винахідництва та методи пошуку розв'язку творчих технічних задач / Туров М. П. — К.: Освіта України, 2008. — 312 с.
8. Щирбул О. М. Технічна творчість з методикою викладання: навчально-методичний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти / Щирбул О. М. — Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. — 120 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Щирбул Олександр Миколайович** — асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та методики трудового навчання КДПУ ім. В. Винниченка.

*Наукові інтереси:* професійна підготовки студентів у вищому педагогічному закладі до ефективної організації та розвитку технічної творчості школярів.

## ЗМІСТ

<b>Анісімов Микола.</b> ІСТОРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПРОФЕСІЙНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТИ.....	3
<b>Борота Володимир, Остапчук Сава.</b> ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ КУЛЬКИ ТА ВИВЧЕННЯ ВІЛЬНИХ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ .....	9
<b>Бузько Вікторія.</b> ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ...	13
<b>Величко Степан.</b> НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У СЕРЕДНІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ.....	17
<b>Вовкотруб Віктор.</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТОВАНOSTІ УЧНІВ ДО ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З ФІЗИКИ ЗА ВІЛЬНИМ ВИБОРОМ.....	23
<b>Волчанський Олег.</b> ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕПЛОВИХ ХВИЛЬ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ОСОБИСТОСТІ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ТА ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН .....	28
<b>Гур'євська Олександра.</b> ОКРЕМІ АСПЕКТИ СПІВВІДНОШЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗНАННЯ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ.....	34
<b>Дробін Андрій.</b> МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВОГО ДУАЛІЗМУ МАТЕРІЇ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ.....	39
<b>Заніздра Ірина, Величко Степан.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІКТ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ .....	46
<b>Ковальов Сергій.</b> РОЗРОБКА НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОПТИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ .....	50
<b>Кузьменко Ольга.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ З ОПТИКИ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ .....	56
<b>Кушнір Василь, Різняк Ренат.</b> ІНТЕГРАТИВНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РІЗНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕНОГО СПОСОБУ .....	62
<b>Лупан Ірина.</b> ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ІНФОРМАТИКИ.....	68
<b>Манойленко Наталія.</b> МЕТОД ДИДАКТИЧНОГО ЕКЗЕМПЛЯРИЗМУ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ.....	71
<b>Мироненко Наталія.</b> ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДО ФОРМУВАННЯ ТВОРЧО-ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ В УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ.....	75
<b>Подопрігора Наталія.</b> ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ У КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВЛАСТИВОСТЯМИ СИМЕТРІЙ ПРОСТОРУ-ЧАСУ .....	80
<b>Садовий Микола</b> ОКРЕМІ ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ РОЗКРИТТЯ СТАНДАРТНОЇ ТА ДЕЯКИХ ІНШИХ ФІЗИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.....	84
<b>Сальник Ірина.</b> МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА КОМПОНЕНТА ПРАКТИКУМУ З ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНОМУ ВНЗ .....	90

<b>Сірик Едуард.</b> ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ .....	96
<b>Скороход Тетяна.</b> РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ВАЛЕОЛОГІЧНОГО ВИХОВАННЯ УЧНІВ .....	102
<b>Слободяник Ольга.</b> ДОМАШНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ .....	108
<b>Слюсаренко Віктор.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ ФІЗИЧНОЇ СУТНОСТІ ЕФЕКТУ КОМПТОНА .....	113
<b>Соменко Дмитро.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ УЧНІВ З ФІЗИКИ .....	119
<b>Трифорова Олена.</b> ПРО МЕТОДОЛОГІЮ ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ВИРІШЕННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ З ФІЗИКИ У ШКОЛІ.....	123
<b>Ткачук Андрій, Ткачук Іван.</b> НОВІ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ТЕХНОЛОГІЧНА ОСВІТА».....	129
<b>Рябець Сергій, Царенко Олег.</b> ДО ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ПРО ЗАРОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ В КУРСІ «ІСТОРІЇ ТЕХНІКИ».....	135
<b>Чинчой Олександр.</b> ОЗНАЙОМЛЕННЯ УЧНІВ ІЗ ФІЗИЧНИМИ ОСНОВАМИ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ.....	141
<b>Щирбул Олександр.</b> РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ ЯК ВАЖЛИВА КОМПОНЕНТА ІНТЕГРАЦІЇ ЗНАНЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІЗ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ.....	146

# *НАУКОВІ ЗАПИСКИ*

## **Випуск 1**

### **Серія:**

*ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ  
І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ*

СВІДОЦТВО ПРО ВНЕСЕННЯ СУБ'ЄКТА ВИДАВНИЧОЇ СПРАВИ  
ДО ДЕРЖАВНОГО РЕЄСТРУ ВИДАВЦІВ,  
ВИГОТІВНИКІВ І РОЗПОВСЮДЖУВАЧІВ ВИДАВНИЧОЇ ПРОДУКЦІЇ  
Серія ДК № 1537 від 22.10.2003 р.

Підписано до друку 12.04.2011. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офсет.  
Друк різнограф. Ум.др.арк. 10,67. Тираж 300. Зам. № 6276.

---

#### **РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧИЙ ВІДДІЛ**

*Кіровоградського державного педагогічного  
університету імені Володимира Винниченка*

*25006, Кіровоград, вул. Шевченка, 1.*

*Тел.: (0522) 28 59 84.*

*Факс.: (0522) 24 85 44*

*E-Mail.: [mails@kspu.kr.ua](mailto:mails@kspu.kr.ua)*